LES COURS D'EAU EN MILIEU AGRICOLE

DESIGN ET CONCEPTION ASSISTÉS PAR ORDINATEUR

Québec

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES
ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC

SERVICE DU GÉNIE

LES COURS D'EAU EN MILIEU AGRICOLE
DESIGN ET CONCEPTION
ASSISTÉS PAR ORDINATEUR

TOME II: LOGICIEL SUR L'ÉVALUATION DES DÉBITS DE POINTE POUR LES GRANDS BASSINS VERSANTS

CONCEPTEUR: MARIO LAROCHE, ingénieur, M. Sc.

PROGRAMMEUR: JACQUES CHAMPAGNE, technicien

DÉCEMBRE 1986

ISBN 2-551-06751-0
Dépôt légal - 1er trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec

TABLE DES MATIÈRES

		PAGE
1	INTRODUCTION	1
2	DÉFINITION DES PARAMÈTRES	2
3	MÉTHODOLOGIE ET EXEMPLE DE CALCULS	7
	3.1 Hydrogramme unitaire synthétique	7
	3.1.1 Calcul des coefficients de ruissellement	7
	3.1.1.1 Calcul du H_{DP}	9
	3.1.2 Méthode de l'hydrogramme unitaire synthétique	10
	3.1.2.1 Définitions concernant les temps	10
	3.1.2.2 Application de l'hydrogramme unitaire synthétique	12
	3.2 Comparaison avec un bassin versant jaugé	22
	3.2.1 Méthode appliquée à notre exemple	22
	3.3 Courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue	27
	3.3.1 Méthode appliquée à notre exemple	27
4	DÉROULEMENT DU LOGICIEL	33
5	SORTIES SUR IMPRIMANTE	97
	5.1 Méthode Fugère	97
	5.2 Hydrogramme unitaire synthétique	100
	5.3 Calcul du rapport moyen RM	110
	5.4 Comparaison avec un bassin versant jaugé	110

PAGE

5.5 Courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue 110

5.6 Comparaison entre les différentes méthodes 110

5.7 Interprétation des résultats 111

6 CONCLUSION 116

7 BIBLIOGRAPHIE 117

1 INTRODUCTION

Ce logiciel permet d'évaluer les débits de pointe pour les grands bassins versants. Selon la méthode utilisée, les limites d'application des superficies des grands bassins versants varient entre 15 et 56 950 kilomètres carrés. Le logiciel utilise les formules retenues par le "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles", publié par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et par la publication H.P.-40 "Estimation des débits journaliers de crue printanière des rivières du Québec méridional", du ministère de l'Environnement du Québec. Les trois méthodes d'évaluation des débits de pointe sont les suivantes: hydrogramme unitaire synthétique, comparaison avec un bassin versant jaugé et courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue. Les calculs sont exécutés pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans.

Ce logiciel effectue les calculs hydrologiques des grands bassins versants selon l'application du "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles", ce qui explique le caractère spécifique des entrées orientées sur le Guide et la pratique courante des ingénieurs du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

Le logiciel a été développé en langage Basic compatible IBM avec DOS version 2.0 minimale.

2 DÉFINITION DES PARAMÈTRES

Les paramètres utilisés dans les textes et les différentes formules sont présentés par ordre alphabétique et les unités de mesure choisies sont celles utilisées au moment de l'entrée des données. Dans les formules du "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles" et de la publication H.P.-40, les unités de mesure des paramètres peuvent être différentes; le programme calcule les conversions appropriées.

A: Superficie du bassin versant (kilomètre carré).

a: Coefficient de régression utilisé pour le calcul de Q_m (nombre sans dimension).

A_j: Superficie du bassin versant à une station de jaugeage (kilomètre carré).

C: Coefficient de ruissellement calculé par la méthode SCS modifiée par Monfet 1979. Le coefficient de ruissellement représente la portion de la hauteur d'eau totale précipitée qui ruisselle, soit le rapport Ru sur H_{DP} (nombre sans dimension).

CN: Potentiel de ruissellement moyen du bassin versant, exprimé par un numéro de courbe. Le numéro de courbe pondéré pour un bassin versant est calculé par la méthode SCS modifiée par Monfet 1979 (nombre sans dimension).

DP: Durée de précipitation d'une pluie maximale probable de récurrence donnée (heure).

e: Constante népérienne égale à 2,718.

FC: Facteur de conversion utilisé pour déterminer l'intensité d'une pluie de récurrence donnée pour une durée égale à DP à partir d'une intensité d'une pluie de même récurrence et d'une durée de 6 heures (nombre sans dimension).

H: Hauteur d'eau correspondant à la pluie maximale probable pour une durée de 6 heures et pour une récurrence donnée (millimètre).

H_{DP}: Hauteur d'eau correspondant à la pluie maximale probable pour une durée égale à DP et pour une récurrence donnée (millimètre).

$I_{(n,DP)}$: Intensité de la précipitation pour une récurrence n et une durée de précipitation DP. L'intensité est le quotient du rapport H_{DP} sur DP (millimètre/heure).

$I_{(n,6)}$: Intensité de la précipitation pour une récurrence n et une durée de 6 heures. L'intensité est le quotient du rapport H sur 6 (millimètre/heure).

K: Coefficient de régression utilisé pour le calcul de Q_m (nombre sans dimension).

L: Longueur maximale de parcours de l'eau dans le bassin versant. Sur la figure 1, cette longueur est celle mesurée de l'embouchure jusqu'au point C, la limite de partage des eaux (kilomètre).

n: Période de retour ou récurrence (année).

Pf: Pourcentage de couvert forestier ou de surface boisée (%) (On utilise la valeur entière, c'est-à-dire 90,0 plutôt que 0,90).

Q: Débit calculé par la méthode Fugère (mètre cube par seconde).

Q_i: Débit instantanné maximal mesuré à une station de jaugeage au cours d'une année hydrologique allant du 1er octobre au 30 septembre (mètre cube par seconde).

Q_j: Débit journalier maximal mesuré à une station de jaugeage au cours d'une année hydrologique allant du 1er octobre au 30 septembre (mètre cube par seconde).

$Q_{j,n}$: Débit journalier maximal de récurrence n déterminé à la suite d'une analyse statistique des débits maximaux à une station de jaugeage (mètre cube par seconde).

Q_m: Débit moyen annuel de crue déterminé par les coefficients a et K utilisés dans la méthode courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue par régression (mètre cube par seconde).

Qp: Débit de pointe de récurrence n calculé par trois méthodes: hydrogramme unitaire synthétique, comparaison avec un bassin versant jaugé et courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue (mètre cube par seconde).

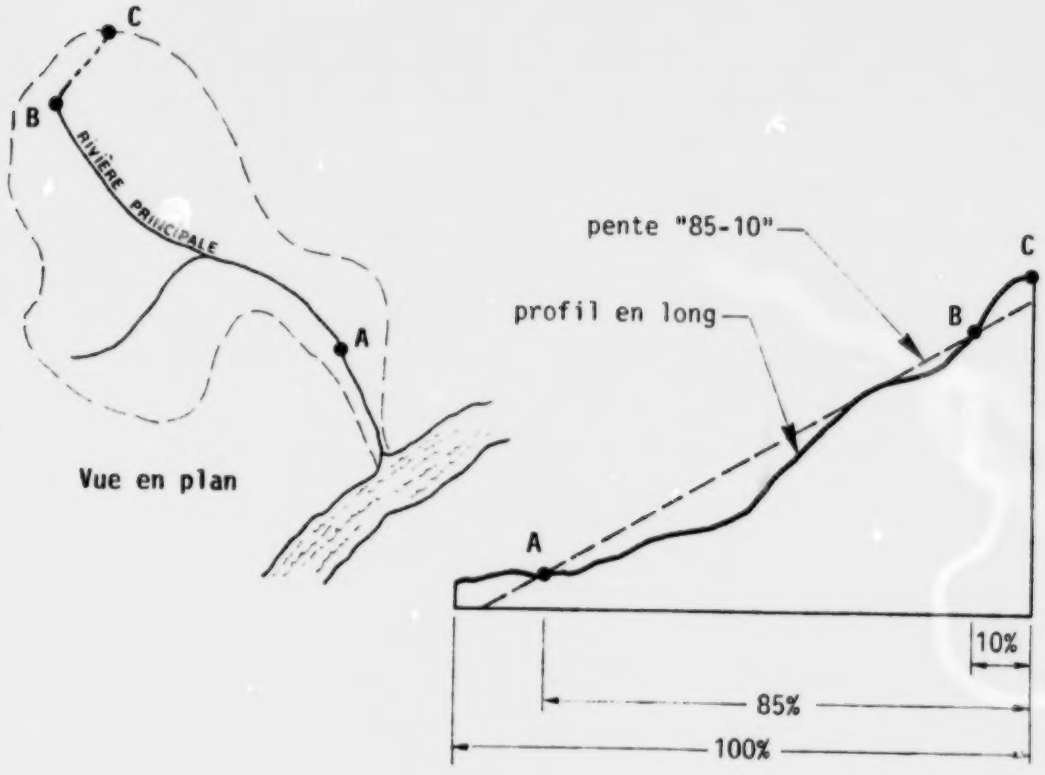
R: Hauteur d'eau ruisselée calculée selon la formule hauteur d'eau de l'hydrogramme unitaire synthétique. Le rapport (25,4/R) sert à corriger les valeurs W_{50}, W_{75} et Tb pour obtenir un hydrogramme unitaire synthétique basé sur 25,4 mm de hauteur d'eau ruisselée (millimétre).

RA: Rapport des superficies des bassins versants, soit la superficie du bassin versant étudié sur la superficie du bassin versant jaugé (nombre sans dimension).

RM: Rapport moyen entre le débit instantanné maximal et le débit journalier maximal (nombre sans dimension).

Ru: Ruissellement correspondant à la hauteur de la lame d'eau qui ruisselle à la surface du sol. Ce ruissellement est le produit de C par H_{DP} (millimètre).

S: Pente moyenne (85-10) du bassin versant. Cette pente est calculée entre les points qui se trouvent à 85% (point A) et 10% (point B) de distance à partir du point (C) le plus éloigné de l'embouchure du cours d'eau (mètre par kilomètre).



Pente moyenne (85-10) du bassin versant.

FIGURE 1

Le calcul de S se fait de la façon suivante:

Point A = 15 % de L : à 0,15 L on obtient l'élévation en A
Point B = 90 % de L : à 0,90 L on obtient l'élévation en B

$$S = \frac{\text{élévation en B} - \text{élévation en A}}{0{,}75\ L} \qquad \frac{\text{mètre}}{\text{kilomètre}}$$

Tb: Temps de base de l'hydrogramme unitaire synthétique (heure).

Tbc: Temps de base corrigé ou Tb corrigé correspondant au produit de Tb par (25,4/R) (heure).

Tm: Temps de montée de l'hydrogramme unitaire synthétique (heure).

W_{50}: Temps durant lequel le débit excède 50% du débit de pointe calculé pour l'hydrogramme unitaire synthétique (heure).

W_{50c}: W_{50} corrigé, correspondant au produit de W_{50} par (25,4/R) (heure).

W_{75}: Temps durant lequel le débit excède 75% du débit de pointe calculé pour l'hydrogramme unitaire synthétique (heure).

W_{75c}: W_{75} corrigé correspondant au produit de W_{75} par (25,4/R) (heure).

3 MÉTHODOLOGIE ET EXEMPLE DE CALCULS

Cette section présente les modèles hydrologiques utilisés pour les calculs des débits de pointe à partir d'un exemple concret, la partie supérieure de la rivière des Anglais en aval du cours d'eau Beattie localisée au sud-ouest de Montréal. La figure 2 situe la rivière des Anglais qui est un tributaire de la rivière Châteauguay. La zone ombrée représente le bassin versant de la partie supérieure de la rivière des Anglais faisant l'objet de l'étude.

3.1 Hydrogramme unitaire synthétique

Un des paramètres utilisés dans le calcul des débits de pointe et le tracé des hydrogrammes synthétiques est le coefficient de ruissellement. Avant d'approfondir la méthode de l'hydrogramme unitaire synthétique, nous exposons la méthodologie utilisée pour le calcul des coefficients de ruissellement.

3.1.1 Calcul des coefficients de ruissellement

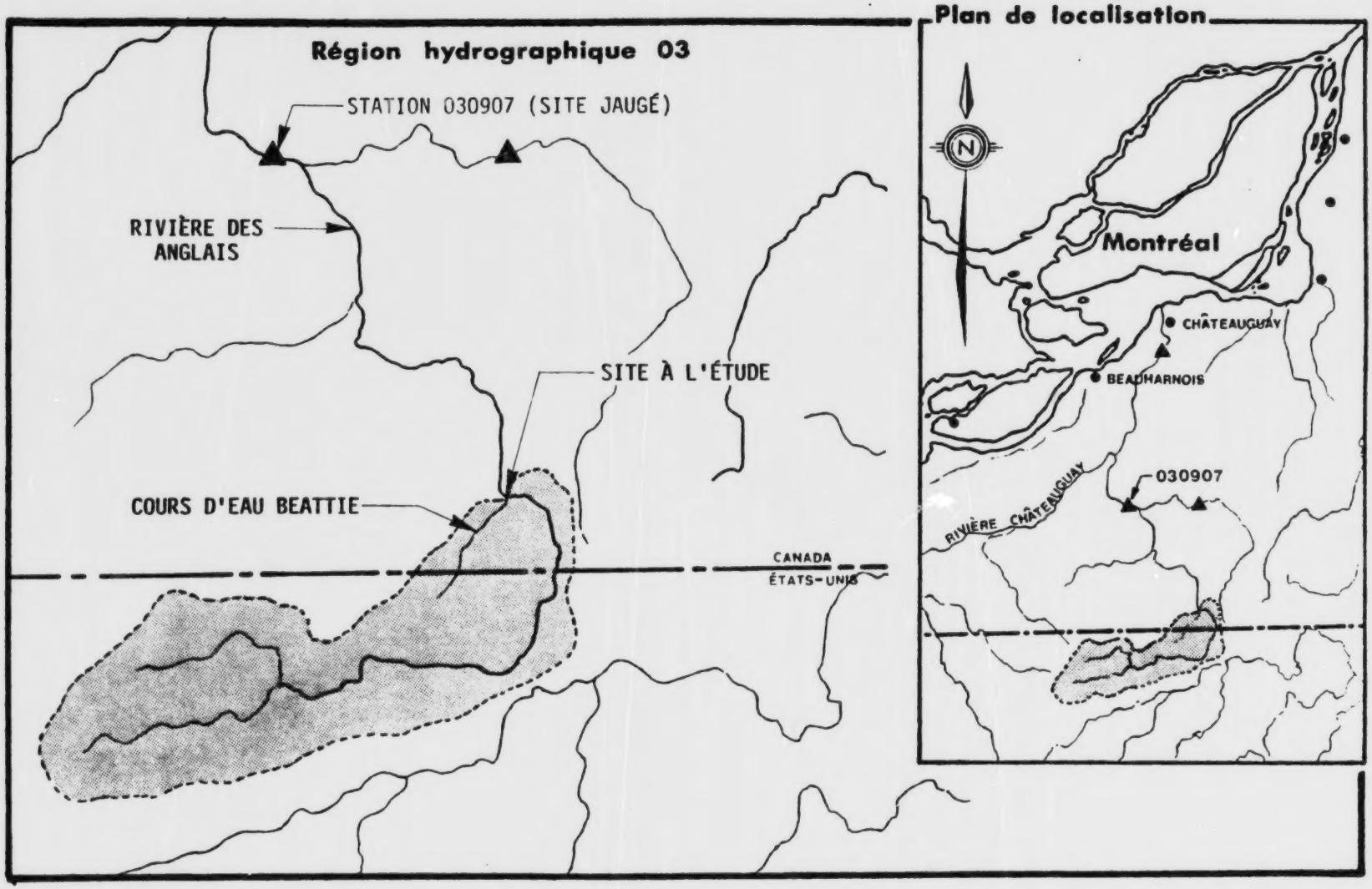
La méthode Soil Conservation Service modifiée par Monfet en 1979 est utilisée pour le calcul des coefficients de ruissellement. Le calcul du numéro de courbe pondéré CN s'effectue suivant la procédure décrite aux sections 4 et 5 du tome 1 intitulé "Logiciel sur l'évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants". Les équations pluies-ruissellements servant aux calculs des coefficients de ruissellement se résument comme suit:

$$C = \frac{Ru}{H_{DP}}$$

Ru est fonction de H_{DP} pour chaque classe de CN tel que:

$Ru = 0,93 + 0,241\ H_{DP}$ pour CN 30-40 ($20 \leq CN < 40$).
$Ru = -0,98 + 0,289\ H_{DP}$ pour CN 40-50 ($40 \leq CN < 50$).
$Ru = -3,00 + 0,432\ H_{DP}$ pour CN 50-60 ($50 \leq CN < 60$).
$Ru = -1,97 + 0,432\ H_{DP}$ pour CN 60-70 ($60 \leq CN < 70$).
$Ru = -0,76 + 0,398\ H_{DP}$ pour CN 70-80 ($70 \leq CN < 80$).
$Ru = -2,49 + 0,505\ H_{DP}$ pour CN 80-90 ($80 \leq CN < 91$).

Les limites indiquées entre parenthèses sont celles inscrites dans le logiciel.



Localisation du bassin versant de la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie.

FIGURE 2

3.1.1.1 Calcul du H_{DP}

Le H_{DP} se calcule à partir du H considéré pour une région et une récurrence données. La variable H correspond à la hauteur d'eau d'une pluie maximale probable de 6 heures d'une récurrence donnée et pour une région donnée. Elle se retrouve sur les figures 3.5 à 3.10, pages 76 à 81 du "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles".

Le H_{DP} correspond à la hauteur d'eau d'une pluie maximale probable de durée égale à DP. La figure 3.12, page 83 du "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles" donne les facteurs de correction FC pour les calculs d'intensité de pluie de durée autre que 6 heures et plus grande ou égale à 2 heures.

L'équation de la figure 3.12 est:

$FC = 3{,}9\ DP^{-0{,}75}$ valable pour DP $\geq$ 2 heures.

L'intensité de précipitation d'une pluie maximale probable d'une durée de 6 heures et d'une récurrence de n année, est:

$$I_{(n,6)} = \frac{H}{6}$$

L'intensité de précipitation d'une pluie maximale probable d'une durée égale à DP et d'une récurrence de n année, est:

$$I_{(n,DP)} = FC\ I_{(n,6)}$$

On sait que: $I_{(n,DP)} = \frac{H_{DP}}{DP}$

D'où: $H_{DP} = I_{(n,DP)}\ DP$

3.1.2 Méthode de l'hydrogramme unitaire synthétique

Cette méthode consiste à construire un hydrogramme à partir des caractéristiques physiographiques d'un bassin versant (synthétique) et d'un ruissellement direct d'un pouce (unitaire) ou 25,4 millimètres, résultant d'une pluie d'une durée de 2 heures et d'intensité uniforme sur toute la surface du bassin. La technique de l'hydrogramme unitaire synthétique adaptée aux conditions du Québec est explicitée dans la brochure H.P.-53 intitulée: "La construction d'un hydrogramme unitaire synthétique". Cette technique a été élaborée à partir d'une étude sur 55 bassins versants dont les superficies varient entre 15 et 2 010 km^2. Les équations permettant de construire l'hydrogramme unitaire synthétique sont les suivantes:

$$Qp = 1{,}54\ A^{0{,}744}$$

$$Tm = 7{,}5\ e^{(0{,}0073\ L\ -\ 0{,}042\ S\ +\ 0{,}005\ Pf)}$$

$$Tb = 39{,}6 + 0{,}463\ L$$

$$W_{50} = 6{,}43 + 0{,}304\ L$$

$$W_{75} = 2{,}94 + 0{,}185\ L$$

$$R = 3{,}6\ (0{,}25W_{75} + 0{,}375W_{50} + 0{,}25Tb)\ \frac{Qp}{A}$$

$$Tbc = Tb\ \frac{25{,}4}{R}$$

$$W_{50c} = W_{50}\ \frac{25{,}4}{R}$$

$$W_{75c} = W_{75}\ \frac{25{,}4}{R}$$

3.1.2.1 Définitions concernant les temps

Afin de bien comprendre les différents temps utilisés pour décrire un hydrogramme nous avons jugé bon d'inclure cette section afin qu'il n'y est pas de confusion entre les différents termes concernant les temps. La figure 3 présente un

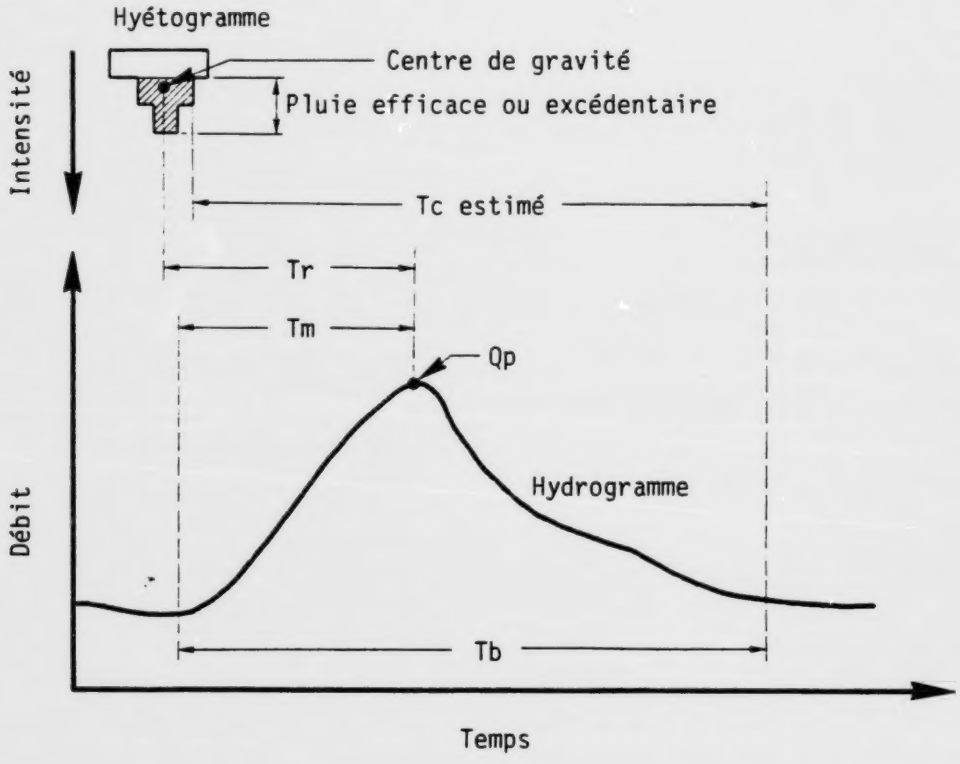
hydrogramme naturel sur lequel sont indiquées les composantes temporelles de l'hydrogramme. Les définitions sont les suivantes:

Tc : <u>temps de concentration</u> représentant le temps que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin la plus éloignée hydrauliquement pour parvenir à l'exutoire. Ce temps peut être estimé en mesurant la durée comprise entre la fin de la pluie efficace et la fin du ruissellement.

Tr : <u>temps de réponse</u> appelé également "lag time", correspondant à l'intervalle de temps qui sépare le centre de gravité de la pluie efficace et la pointe de l'hydrogramme.

Tm : <u>temps de montée</u> correspondant à la durée qui s'écoule entre le début de l'arrivée du ruissellement à l'exutoire et la pointe de l'hydrogramme.

Tb : <u>temps de base</u> appelé également temps de ruissellement, correspondant au temps qui s'écoule entre le début et la fin du ruissellement de surface.



Composantes temporelles de l'hydrogramme

Figure 3

3.1.2.2 Application de l'hydrogramme unitaire synthétique

Les données de base concernant la partie supérieure de la rivière des Anglais, en aval du cours d'eau Beattie sont les suivantes:

A = 155 kilomètres carrés.

L = 39,0 kilomètres.

S = 8,62 mètres par kilomètre.

Élévation à 15% de L = 96 mètres
Élévation à 90% de L = 348 mètres

$$S = \frac{348 - 96}{0{,}75\ (39)}$$

Pf = 58 %.

TABLEAU 1: Caractéristiques du bassin versant.

Les pluies maximales probables correspondant à la variable H pour une durée de 6 heures, pour la région de Hemmingford à la frontière américaine, ont été tirées des pages 76 à 81 du "Guide d'analyse et d'aménagement des cours d'eau à des fins agricoles".

Récurrence (année)	H (millimètre)
2	35
5	46
10	54
25	66
50	71
100	81

À partir des données de base, les calculs programmés dans le logiciel s'éffectuent selon les étapes suivantes:

Étape 1 : Calcul du CN pondéré à partir des caractéristiques physiographiques du bassin versant à l'étude telles qu'elles sont présentées au tableau 1.

TABLEAU 1

Caractéristiques du bassin versant de la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie.

Numéro de dossier: 783

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	TYPE DE CULTURE	SUPERFICIE (% DU TOT.)	PENTE (%)	CONDITION HYDRO-LOGIQUE	CLASSE DE SOL
CULTURE INTENSIVE (5)	Céréales	5	<3%	Moyenne	C
CULTURE EXTENSIVE (37)	Pâturages	20	<3%	Moyenne	A
	Prairies	10	<3%	Moyenne	C
	Pâturages	5	<3%	Moyenne	C
	Pâturages	2	<3%	Moyenne	D
BOISÉ (58)	Boisé	50	<3%	Moyenne	D
	Boisé	8	3-8%	Moyenne	D
RÉSIDENTIEL ET COMMERCIAL (___)					

CLASSE DE SOL:

A- GRAVIERS ET SABLES GROSSIERS. (INFILTRATION ÉLEVÉE)
B- SABLES MOYENS ET FINS. (INFILTRATION MOYENNE)
C- SABLES FINS MAL DRAINÉS, SOLS LIMONEUX ET ARGILES PERMÉABLES. (INFILTRATION PASSABLE)
D- ARGILES LOURDES ET SOL MINCES. (INFILTRATION FAIBLE)

La méthodologie du calcul est exposée à la section 3.1.1. Après application de la méthode SCS, le calcul du CN pondéré donne 67 et l'équation pluie-ruissellement est:

$$Ru = -1,97 + 0,432\ H_{DP}$$

Étape 2 : Calcul de Qp, Tm, Tb, W_{50}, W_{75}, R, Tbc, W_{50c}, W_{75c} et construction de l'hydrogramme unitaire synthétique tel qu'il est montré à la figure 4.

Étape 3 : Sommation d'une infinité d'hydrogrammes unitaires espacés de 2 heures chacun. La sommation des ordonnées s'éffectue par intervalles de 2 heures à partir de 0 heure sur l'abscisse. Le résultat de cette sommation donne la courbe en S présentée à la figure 5.

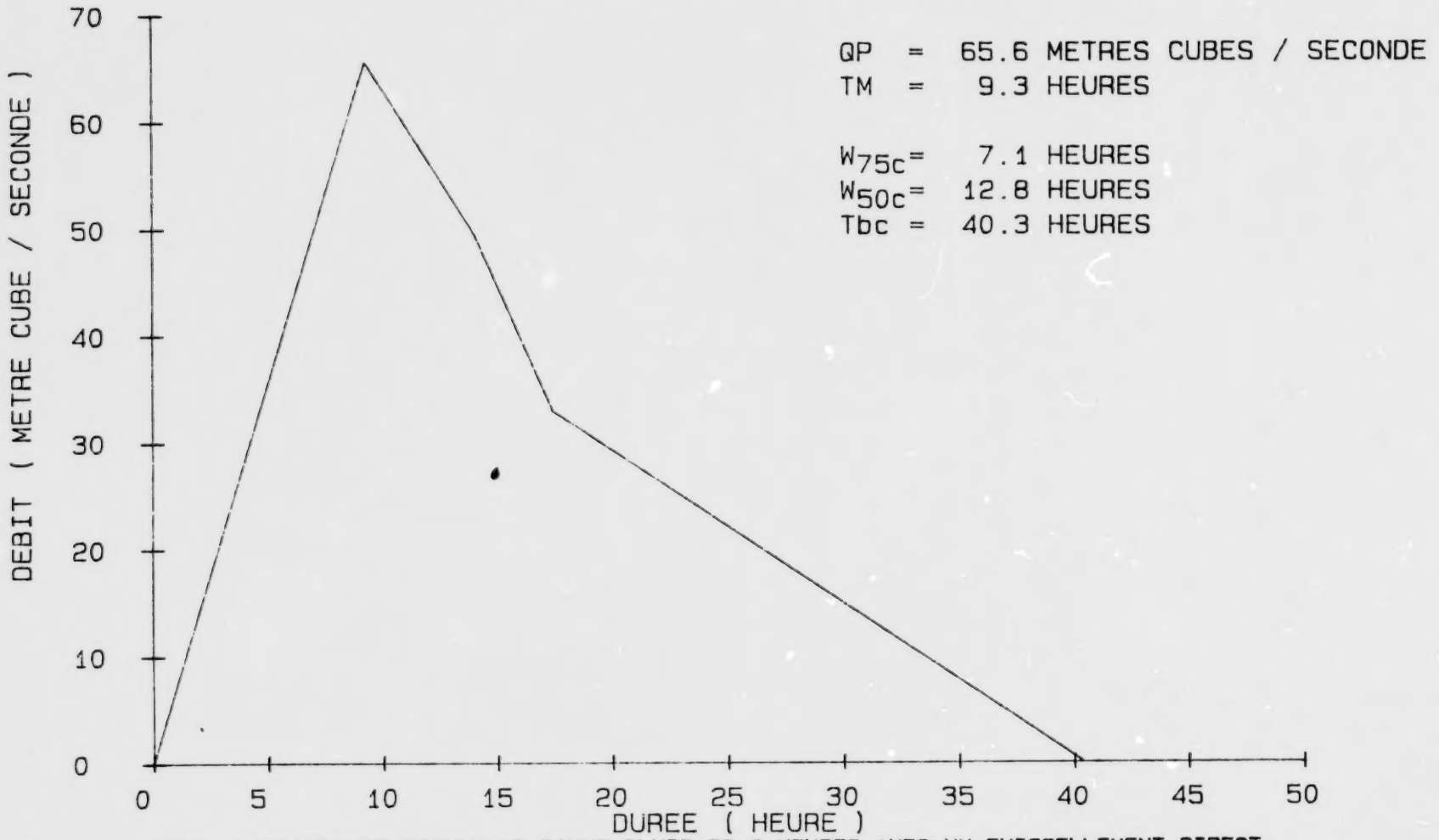
Étape 4 : Calcul des ordonnées d'un hydrogramme synthétique de DP heure. Ce calcul s'effectue en doublant la courbe en S, en plaçant l'origine de la deuxième courbe en S à DP heure sur l'abscisse et en soustrayant les ordonnées des courbes en S. La figure 6 montre graphiquement le résultat d'un hydrogramme synthétique de 10 heures (DP=10). Cet hydrogramme n'est pas unitaire puisqu'il résulte d'un ruissellement net de 127 millimètres soit DP/2 multiplié par 25,4 millimètres et équivalent à la sommation de 5 hydrogrammes unitaires synthétiques de 25,4 millimètres chacun.

Étape 5 : Calcul des facteurs à multiplier aux ordonnées d'un hydrogramme synthétique de DP heure. Ce calcul se fait à partir des hauteurs d'eau correspondant à la pluie maximale probable d'une durée de 6 heures (H) pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 annnées. Cette approche suppose qu'une pluie maximale probable d'une récurrence donnée entraîne un débit de pointe de même récurrence. Le tableau 1 résume les calculs des facteurs à multiplier aux ordonnées de l'hydrogramme synthétique de 10 heures. La figure 7 expose les résultats de l'hydrogramme synthétique de 10 heures de la figure 6 ramené à des hydrogrammes synthétiques résultant d'une pluie maximale probable de 10 heures pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 années. Pour chacun de ces hydrogrammes, on note le débit de pointe.

Étape 6 : Les calculs se répètent selon les étapes 4 et 5 exposées précédemment pour des durées de précipitation DP égales à 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 et 24 heures. Pour une récurrence donnée, on compare les débits de pointe obtenus par chacun des hydrogrammes synthétiques résultant d'une pluie maximale probable de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 et 24 heures. On note le débit de pointe maximal obtenu et ce débit de pointe est retenu comme étant Qp de la récurrence donnée. On remarque que ce débit de pointe plafond ne sera jamais dépassé quelle que soit la durée de la pluie maximale probable.

La figure 8 présente les hydrogrammes synthétiques de récurrence de 5 ans résultant de pluies maximales probables de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 et 24 heures. Dans cet exemple, la pluie maximale probable de 12 heures entraîne le débit de pointe plafond égal à 44,6 mètres cubes par seconde. Ce débit de pointe correspond à la valeur recherchée Qp pour une récurrence de 5 ans selon la méthode de l'hydrogramme unitaire synthétique.

HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE
RIVIERE DES ANGLAIS
(PARTIE SUPERIEURE. EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE)



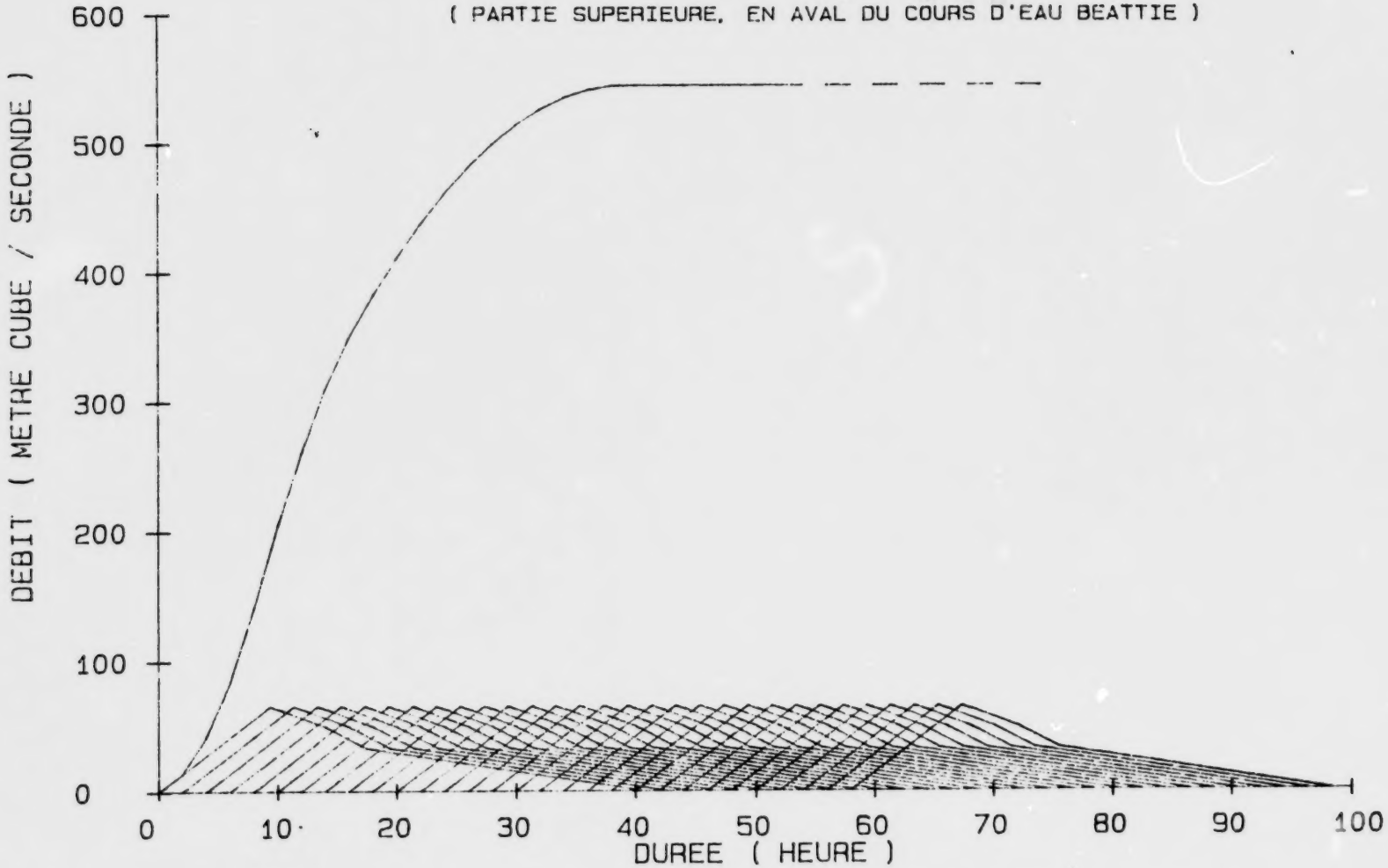
NOTE: HYDROGRAMME RESULTANT D'UNE PLUIE DE 2 HEURES AVEC UN RUISSELLEMENT DIRECT DE 25.4 mm (1 POUCE). SUR LA SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT EGALE A 155 km CARRES.

FIGURE 4

CONSTRUCTION DE LA COURBE EN S

RIVIERE DES ANGLAIS

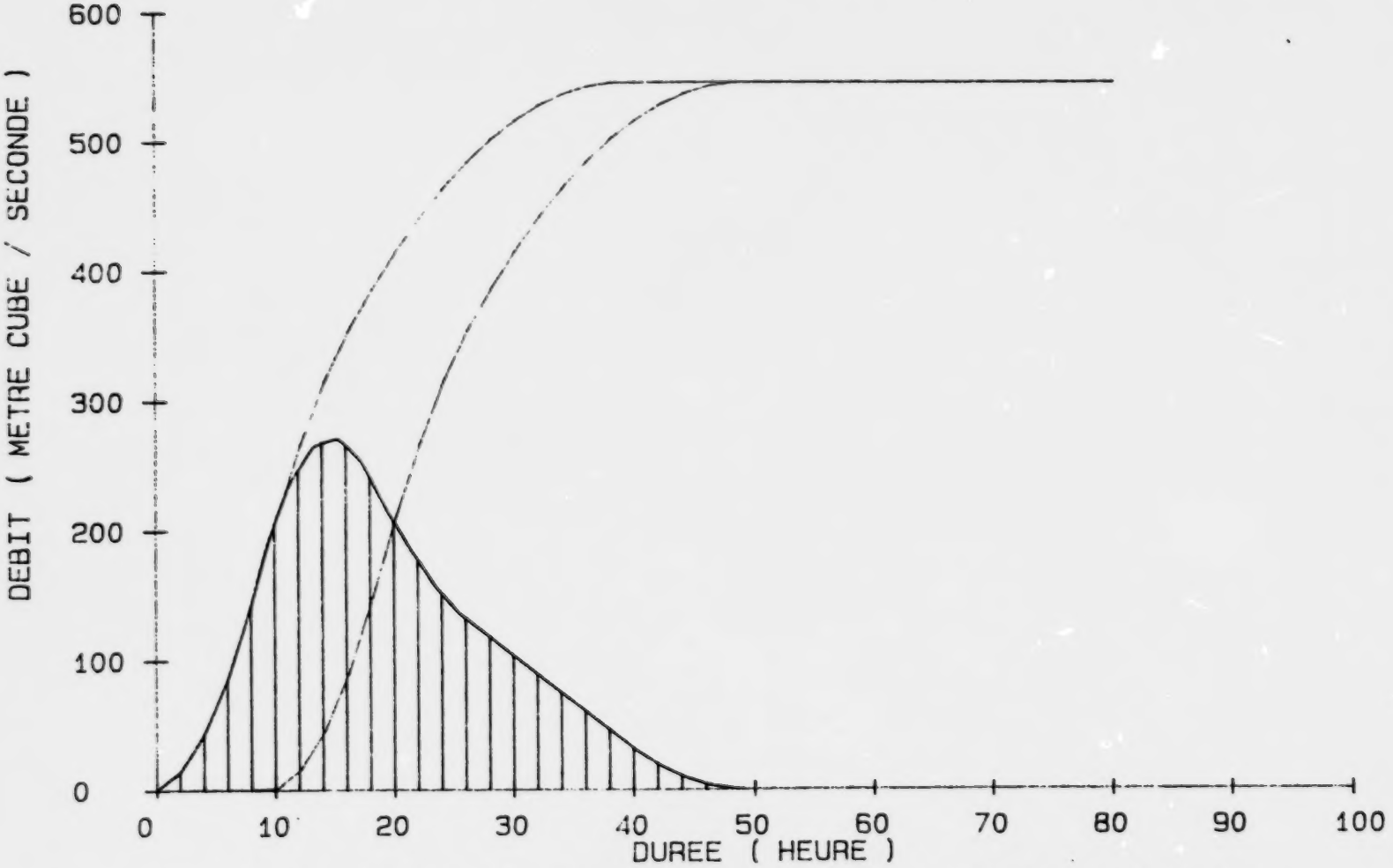
(PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE)



NOTE: SOMMATION D'HYDROGRAMMES UNITAIRES RESULTANTS D'UNE PLUIE DE 2 HEURES ESPACES CHACUN DE 2 HEURES.

FIGURE 5

HYDROGRAMME SYNTHETIQUE DE 10 HEURES
RIVIERE DES ANGLAIS
(PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE)



NOTE: L'HYDROGRAMME DE 10 HEURES N'EST PAS UNITAIRE PUISQU'IL REPRESENTE UN RUISSELLEMENT DE 127 mm (5 POUCES), SOIT LA SOMMATION DE 5 HYDROGRAMMES UNITAIRES (25,4 mm OU 1 POUCE) DE 2 HEURES.

FIGURE 6

TABLEAU 2

RIVIÈRE DES ANGLAIS
(Partie supérieure, en aval du cours d'eau Beattie)

Détermination des facteurs à multiplier aux ordonnéees
de l'hydrogramme synthétique de 10 heures

Récurrence (année)	H (mm)	H_{DP} (1) (mm)	Ru (2) (mm)	C (3)	Facteur(4)
2	35	40,46	15,51	0,38	0,12
5	46	53,17	21,00	0,39	0,17
10	54	62,42	24,99	0,40	0,20
25	66	76,29	30,99	0,41	0,24
50	71	82,07	33,48	0,41	0,26
100	81	93,63	38,48	0,41	0,30

(1) DP = 10 heures, voir calcul du H_{DP}, section 3.1.1.1

(2) $Ru = -1,97 + 0,432\ H_{DP}$

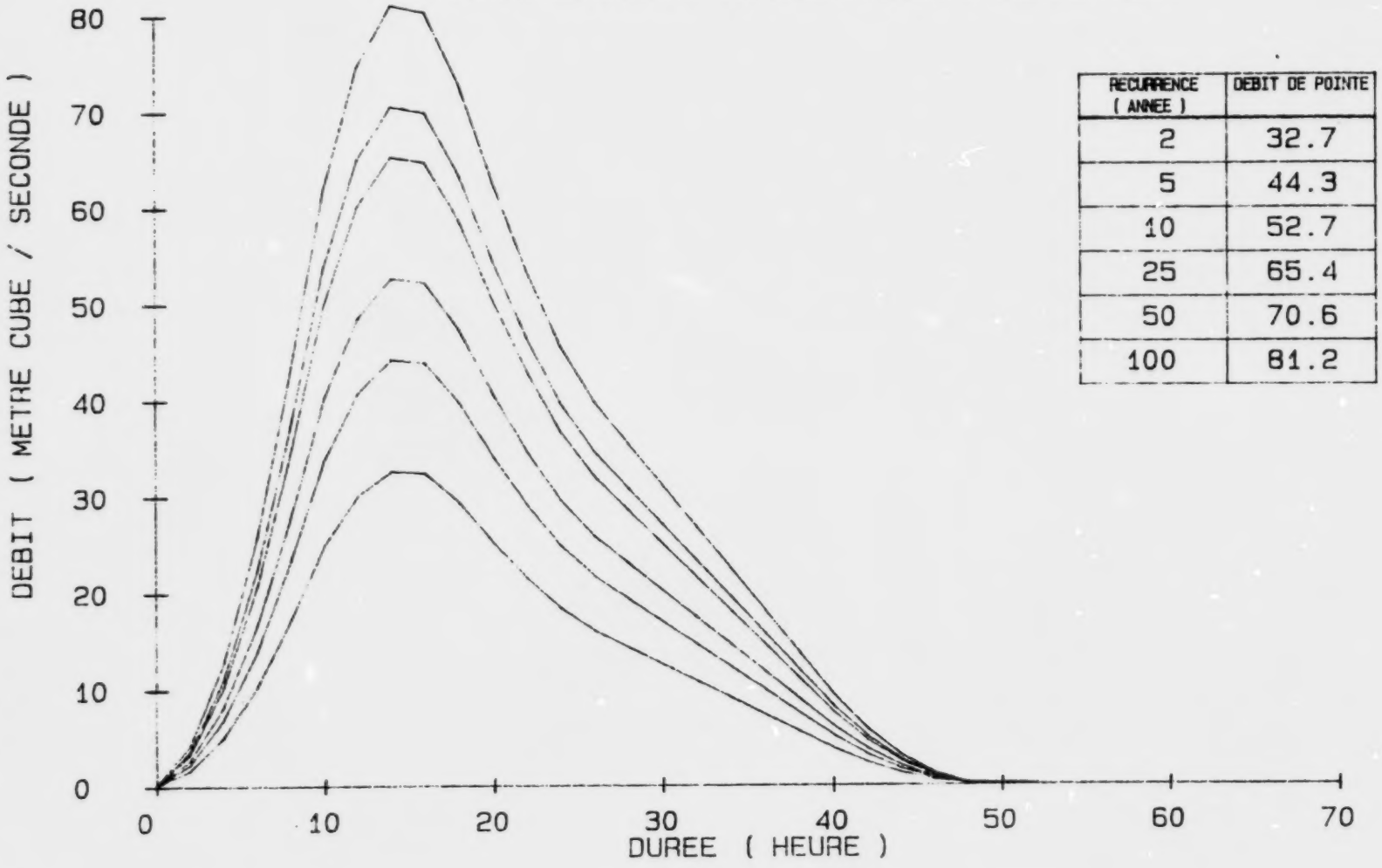
(3) $C = \frac{Ru}{H_{DP}}$

(4) Facteur = $\frac{Ru}{127}$ nombre sans dimension, $127 = \frac{(DP)}{2}$ 25,4 mm

HYDROGRAMMES SYNTHETIQUES RESULTANTS D'UNE PLUIE MAXIMALE PROBABLE DE 10 HEURES POUR DIFFERENTES RECURRENCES

RIVIERE DES ANGLAIS

(PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE)



RECURRENCE (ANNEE)	DEBIT DE POINTE
2	32.7
5	44.3
10	52.7
25	65.4
50	70.6
100	81.2

FIGURE 7

HYDROGRAMMES SYNTHETIQUES DE RECURRENCE DE 5 ANS
RESULTANTS D'UNE PLUIE MAXIMALE PROBABLE DE DIFFERENTES DUREES
RIVIERE DES ANGLAIS
(PARTIE SUPERIEURE. EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

DUREE DE PLUIE (HEURE)	DEBIT DE POINTE
2	33.3
4	38.4
6	41.4
8	43.8
10	44.3
12	44.6
14	44.0
16	43.3
18	42.8
20	42.3
22	41.6
24	40.8

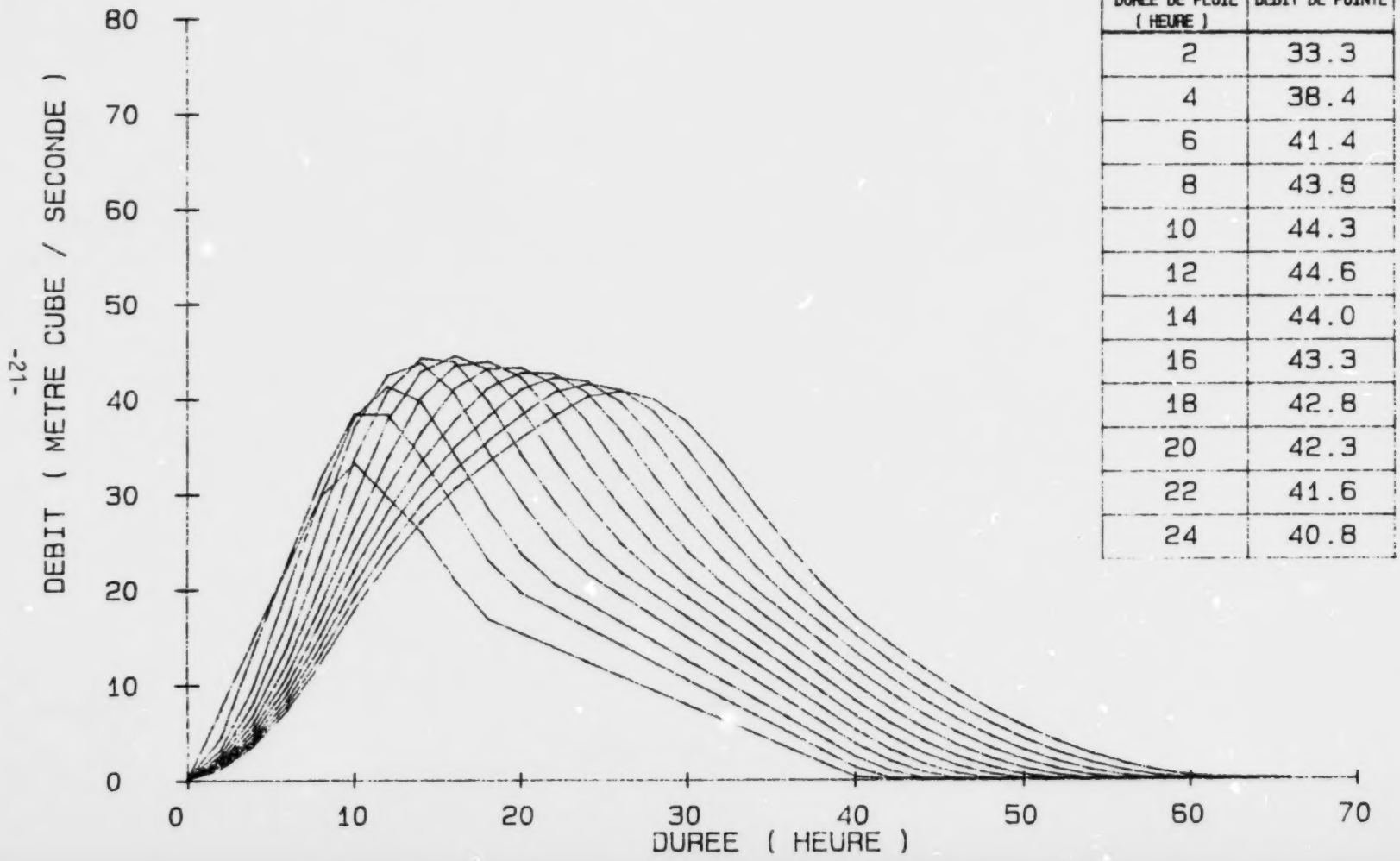


FIGURE 8

3.2 Comparaison avec un bassin versant jaugé

Cette méthode consiste à évaluer un débit quelconque (journalier, instantané, de pointe, etc.) à un site en aval ou en amont d'une station jaugée. En d'autres termes, c'est une méthode d'évaluation de débits d'un bassin versant non jaugé par rapport à un bassin versant jaugé, les deux bassins versants alimentant le même cours d'eau. L'évaluation du débit de pointe sur un site à l'étude par rapport à un site jaugé situé dans le même cours d'eau, est donnée par la relation suivante:

$$Qp = Q_{j,n} \left(\frac{A}{A_j} \right)^{0,9} RM$$

Cette relation fournit des résultats acceptables lorsque le rapport RA égal à A/A_j se situe entre 0,5 et 2 et que les bassins versants sont situés à proximité l'un de l'autre avec des caractéristiques physiographiques semblables. RM est le rapport moyen entre le débit instantané maximal et le débit journalier maximal. Ce rapport est établi à partir des Q_i et Q_j relevés au site jaugé pour les années hydrologiques où ces débits ont été mesurés. L'année hydrologique est comprise entre le premier octobre et le 30 septembre de l'année suivante. Les annuaires hydrologiques du ministère de l'Environnement du Québec fournissent depuis 1968 les valeurs de ces débits.

3.2.1 Méthode appliquée à notre exemple

La figure 2 situant le bassin versant à l'étude montre également le réseau des stations de jaugeage de ce secteur compris dans la région hydrographique 03. La station 030907 correspond le mieux aux critères d'application de la méthode comparaison avec un bassin versant jaugé. Cette station est située sur le même cours d'eau, la rivière des Anglais.

Le Service des relevés aquatiques du ministère de l'Environnement du Québec nous a fourni l'analyse statistique des minima et maxima des débits journaliers en date du 19 novembre 1986 pour la station jaugée 030907. La partie retenue dans cette analyse est celle concernant les débits maximaux déterminés par la loi Log 10 - Pearson 3, W.R.C. telle qu'elle est présentée à la figure 9. Cette loi semble donner les meilleurs résultats selon l'avis de monsieur Van Diem Hoang, ingénieur au ministère de l'Environnement du Québec. Les débits maximaux retenus pour

différentes récurrences sont journaliers alors que nous recherchons les débits de pointe Qp. Il faut alors établir le rapport moyen RM.

Le rapport moyen RM s'évalue à partir des données disponibles contenues dans les annuaires hydrologiques du ministère de l'Environnement du Québec. Les relevés à la station 030907 des débits journaliers maximaux Q_j, des débits instantanés maximaux Q_i et le calcul du rapport moyen RM entre les débits instantanés maximaux et les débits journaliers maximaux sont présentés au tableau 3. Le rapport moyen RM est de 1,1636 et cette valeur sera utilisée pour majorer les débits journaliers maximaux calculés au site à l'étude. Le tableau 4 présente les résultats des calculs de débits de pointe Qp pour la rivière des Anglais (partie supérieure, en aval du cours d'eau Beattie) selon la méthode de comparaison avec un bassin versant jaugé. La superficie du bassin versant jaugée A_j à la station 030907 est égale à 686 kilomètres carrés, alors que la superficie du bassin à l'étude A est égale à 155 kilomètres carrés. Le rapport RA égale 0,23. Ce rapport est à l'extérieur des limites d'application ($0,5 < A/Aj < 2$). Toutefois dans notre cas les résultats obtenus sont acceptables comparativement aux résultats obtenus par les autres méthodes utilisées.

DATE D'EXECUTION: 14 NOVEMBRE 1986

DEBITS MAXIMA EN L/S

NUMERO DE STATION: 030907

LOG10-PEARSON 3, W.R.C. (WATER RESOURCES COUNCIL) (METHODE DES MOMENTS SUR LES LOGARITHMES DES VALEURS OBSERVEES)

Nombre de jours consecutifs	1	3	7	10	15	30	60	90	120	150	183	274
VALEURS DES PARAMETRES DE LA LOI												
ECHELLE (ALPHA)	255,8	-29,53	-28,45	-42,03	-39,47	-64,14	-77,12	-139,9	-39,67	-54,96	-71,50	-222,5
FORME (LAMBDA)	2019,	22,30	17,74	42,70	43,54	104,8	116,5	319,9	26,67	55,86	101,0	703,3
POSITION (M)	-2,8306	5,7481	5,5094	5,8489	5,8655	6,2016	5,9672	6,6262	4,9274	5,1991	5,5256	7,1731
CARACTERISTIQUES DES POPULATIONS												
MOYENNE	5,0027	4,9930	4,8858	4,8330	4,7624	4,6277	4,4564	4,3401	4,2552	4,1827	4,1126	4,0114
ECART-TYPE	0,1757	0,1599	0,1480	0,1555	0,1672	0,1596	0,1400	0,1278	0,1302	0,1360	0,1406	0,1192
ASYMETRIE	0,0445	-0,4235	-0,4748	-0,3061	-0,3031	-0,1954	-0,1853	-0,1118	-0,3673	-0,2676	-0,1990	-0,0754
VARIATION	0,0347	0,0320	0,0303	0,0322	0,0351	0,0345	0,0314	0,0294	0,0306	0,0325	0,0342	0,0297
FREQUENCES DE DEPASSEMENT												
PROBABILITE AU DEPASSEMENT	EVENEMENTS											
RECURRENCE (ANS) 0,0005	450079,	257647,	182542,	165157,	170011,	126412,	74887,	54578,	40059,	37241,	33837,	24474,
0,0010	413633,	240748,	175929,	176234,	161184,	119232,	71098,	51825,	38606,	35586,	32146,	23272,
0,0050	333194,	219343,	158865,	158350,	139705,	102181,	62006,	45278,	34918,	31523,	28075,	20421,
100 0,0100	300112,	206303,	150577,	144293,	129904,	94597,	57914,	42358,	33149,	29849,	26237,	19151,
50 0,0200	267791,	192316,	141553,	133717,	119669,	86803,	53673,	39349,	31245,	27675,	24329,	17843,
25 0,0400	236046,	177151,	131607,	122495,	108881,	78725,	49237,	36218,	29166,	25574,	22329,	16484,
0,0500	225904,	171906,	128168,	118715,	105265,	76048,	47756,	35177,	28451,	24865,	21660,	16032,
10 0,1000	194393,	154653,	116535,	106282,	93440,	67393,	42930,	31793,	26046,	22523,	19478,	14563,
5 0,2000	162244,	136837,	102938,	92385,	80354,	57682,	37606,	28076,	23254,	19886,	17064,	12947,
0,3000	142523,	121465,	93557,	83155,	71749,	51879,	34102,	25635,	21334,	18120,	15473,	11886,
2 0,5000	115191,	100902,	78971,	69326,	58999,	42941,	28886,	22004,	18349,	15443,	13100,	10302,
0,7000	93254,	82794,	65681,	57222,	48000,	35310,	24335,	18831,	15614,	13062,	11026,	8913,
0,8000	82132,	72904,	58322,	50699,	42146,	31268,	21870,	17113,	14088,	11759,	9905,	8158,
0,9000	68933,	60562,	48996,	42596,	34955,	26309,	18813,	14958,	12133,	10116,	8506,	7206,
0,9500	59608,	51548,	42072,	36683,	29771,	22726,	16558,	13362,	10660,	8895,	7476,	6448,
0,9600	57257,	49104,	40185,	35045,	28381,	21766,	15944,	12927,	10255,	8561,	7196,	6304,
0,9800	50823,	42597,	35108,	30810,	24685,	19200,	14293,	11747,	9154,	7659,	6442,	5777,
0,9900	45679,	37313,	30944,	27325,	21701,	17117,	12932,	10769,	8237,	6913,	5821,	5338,
0,9950	41451,	32930,	27459,	24421,	19236,	15385,	11705,	9939,	7458,	6282,	5298,	4964,
0,9990	35983,	25170,	21213,	19228,	14884,	12292,	9696,	8409,	6027,	5129,	4345,	4268,
0,9995	31472,	22578,	19102,	17471,	13431,	11246,	8975,	7873,	5531,	4730,	4016,	4023,

CHI CARRE NOMBRE DE CLASSES = 6, NOMBRE DE PARAMETRES ESTIMES = 3, VALEUR CRITIQUE AU NIVEAU DE SIGNIFICATION 95 % ---> 5,9914

VALEUR(S)	1,000	3,424	3,824	2,412	1,000	3,824	1,706	1,000	3,824	1,706	1,706	2,412
PROBABILITE	0,606531	0,147424	0,147820	0,299429	0,606531	0,147820	0,426162	0,606531	0,147820	0,426162	0,426162	0,299429

TEST DE KOLMOGOROV-SMIRNOV VALEUR CRITIQUE AU NIVEAU DE SIGNIFICATION 95 % ---> 0,320860

RESULTAT(S)	0,10422	0,14597	0,14138	0,10818	0,10143	0,12343	0,14231	0,11830	0,13993	0,12641	0,13279	0,11462

Note : récurrence = $\frac{1}{\text{probabilité au dépassement}}$

Rapport d'analyse statistique des débits maximaux à la station 030907

FIGURE 9

TABLEAU 3

Rivière des Anglais

Calcul du rapport moyen RM à la station 030907

ANNUAIRE HYDROLOGIQUE	Q_j (m^3/s)	Q_i (m^3/s)	$\frac{Q_i}{Q_j}$
1969-1970	96,0	105,10	1,09
1970-1971	115,0	141,69	1,23
1971-1972	181,0	188,45	1,04
1972-1973	118,0	135,50	1,15
1973-1974	158,0	193,00	1,22
1974-1975	212,0	245,00	1,16
1975-1976	119,0	125,00	1,05
1976-1977	102,0	151,00	1,48
1977-1978	254,0	311,00	1,22
1979-1980	80,6	95,60	1,19
1981-1982	138,0	154,00	1,12
1982-1983	76,7	81,80	1,07
1983-1984	131,0	144,00	1,10
1984-1985	85,4	100,00	1,17

$$\text{Rapport moyen} = RM = \frac{\sum \frac{Q_i}{Q_j}}{\text{nombre de rapport}} = \frac{16,29}{14} = 1,1636$$

TABLEAU 4

Comparaison avec un bassin versant jaugé

Débits de pointe de la rivière des Anglais
(partie supérieure, en aval du cours d'eau Beattie)

DÉBITS (m^3/s) \ RÉCURRENCE (année)	2	5	10	25	50	100
$Q_{j,n}$ (1)	115,2	162,2	194,4	236,0	267,8	300,1
Débit journalier calculé (2)	30,2	42,5	51,0	61,9	70,2	78,7
Débit de pointe Qp (3)	35,1	49,5	59,3	72,0	81,7	91,5

(1) Débits journaliers maximaux à la station jaugée, (voir figure 9)

(2) Débit journalier calculé = $Q_{j,n} \left(\frac{A}{A_j}\right)^{0,9} = Q_{j,n} \left(\frac{155}{686}\right)^{0,9}$

(3) Qp = Débit journalier calculé multiplié par RM (RM = 1,1636 établi au tableau 3).

3.3 Courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue

Cette méthode est tirée de la publication H.P.-40 intitulée: "Estimation des débits journaliers de crue printanière des rivières du Québec méridional" disponible au ministère de l'Environnement du Québec. Elle est basée sur le calcul du débit moyen annuel de crue par régression établi pour 6 zones couvrant la province de Québec pour des durées de 1, 7, 30 et 60 jours consécutifs et sur les courbes de fréquence régionale établies pour ces mêmes zones. Cette méthode a été élaborée à partir d'une étude sur 81 bassins versants dont les superficies varient entre 150 et 56 950 km^2. Le débit moyen annuel de crue Q_m est calculé comme suit:

$$Q_m = \frac{1}{35,3144} \; e^{K} \; (0,3861\ A)^{a}$$

La figure 10 montre la délimitation des zones à l'échelle de la province. Les coefficients de régression K et a par zone et pour des durées de 1, 7, 30 et 60 jours consécutifs se retrouvent au tableau 5. Le débit de pointe Qp pour une récurrence donnée est le produit de trois facteurs soit: Q_m calculé pour une durée d'un jour, le quotient régional d'inondation d'un jour pour la récurrence donnée et RM le rapport moyen. L'équation s'écrit de la façon suivante:

$$Qp = Q_m \text{ (Quotient régional d'inondation d'un jour) } RM$$

Les quotients régionaux d'inondation d'un jour pour les zones 1 à 6 se retrouvent au tableau 6 pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 années. À titre d'information, ces tableaux donnent également les quotients régionaux d'inondation des courbes de fréquence adimensionnelles pour les durées de 7, 30 et 60 jours consécutifs. Le rapport moyen RM entre le débit instantané maximal et le débit journalier maximal est le même que celui défini dans la méthode de comparaison avec un bassin versant jaugé.

3.3.1 Méthode appliquée à notre exemple

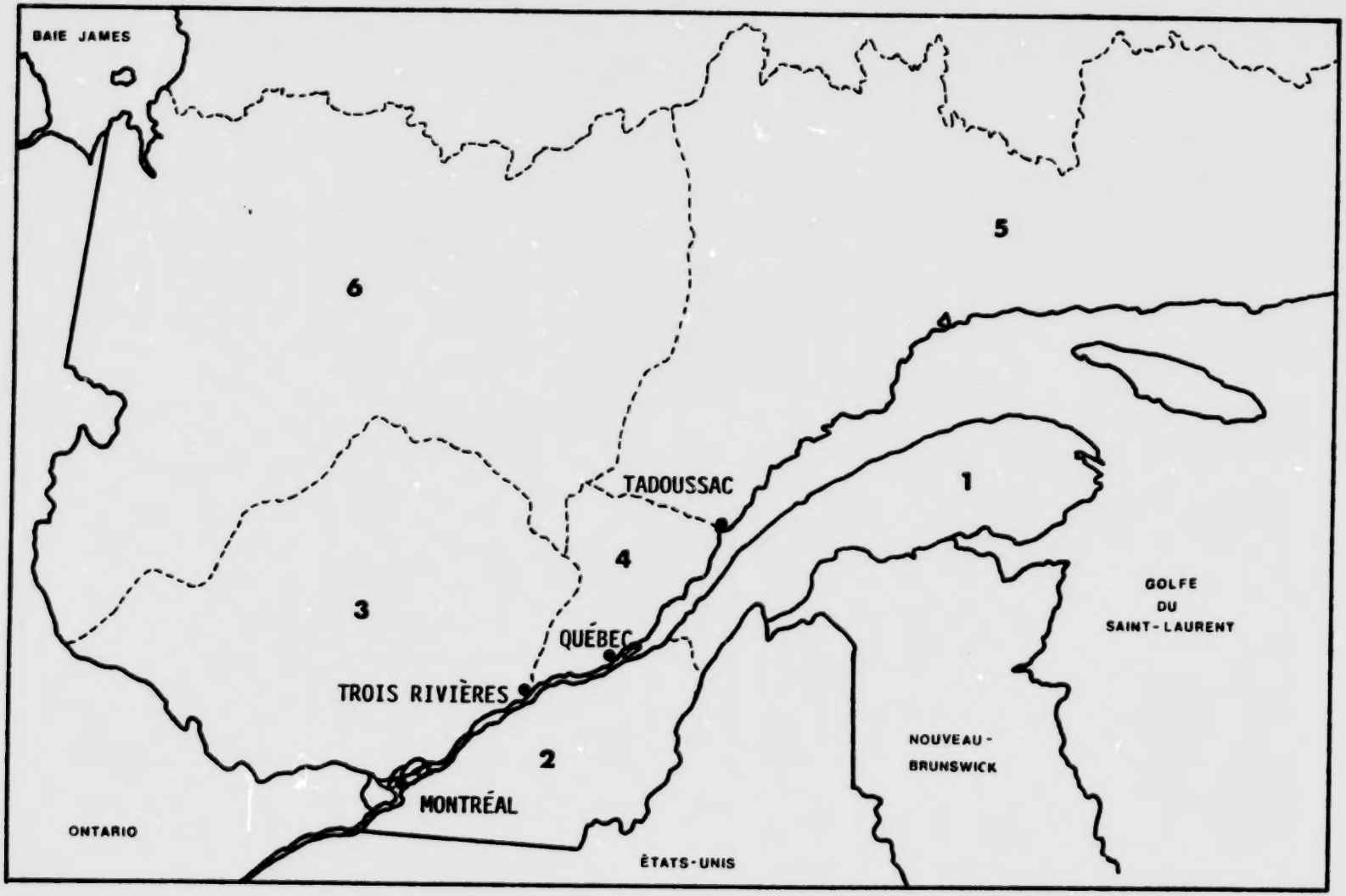
En se référant à la figure 2 qui situe le bassin versant de la partie supérieure de la rivière des Anglais en aval du cours d'eau Beattie, nous remarquons que le

site à l'étude se retrouve dans la zone 2 lorsqu'il est comparé à la figure 10. Les coefficients de régression K et a pour la zone 2, pour le calcul du débit moyen annuel de crue d'un jour, sont respectivement 3,18 et 0,95 d'après le tableau 5.

En appliquant la formule calculant Q_m, on a:

$$Q_m = \frac{1}{35,3144} (2,718)^{3,18} (0,3861 (155))^{0,95} = 33,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'après le tableau 6, les quotients régionaux d'inondation d'un jour pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 années, pour la zone 2, sont respectivement 1,03, 1,33, 1,50, 1,69, 1,50, 1,82 et 1,94. Le tableau 7 résume les calculs et présente les résultats de débits de pointe Qp déterminés par la méthode courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue.



Localisation des stations de jaugeages et des zones 1 à 6 dans l'étude de fréquences de crue.

FIGURE 10

TABLEAU 5

Courbe de fréquence régionale par transposition
du débit moyen annuel de crue

Coefficients de régression par zone pour le Québec

JOURS CONSÉCUTIFS	1		7		30		60	
ZONE	K	a	K	a	K	a	K	a
1	3,48	0,90	3,22	0,90	2,55	0,95	2,07	0,96
2	3,18	0,95	2,67	0,97	2,10	0,98	1,75	0,98
3	3,77	0,76	3,48	0,78	2,84	0,83	2,28	0,87
4	3,60	0,92	2,73	0,99	2,08	1,03	1,65	1,05
5	4,01	0,81	3,33	0,87	2,67	0,92	2,19	0,95
6	1,85	0,99	1,68	1,01	1,27	1,03	0,99	1,04

Note: Les coefficients de régression par zone servent au calcul du débit moyen annuel de crue d'une durée de 1, 7, 30 et 60 jours consécutifs.

TABLEAU 6

Courbe de fréquence régionale par transposition
du débit moyen annuel de crue

Quotient régional d'inondation par zone pour le Québec

ZONE	JOURS CONSÉCUTIFS	RÉCURRENCE (année)					
		2	5	10	25	50	100
1	1	1,02	1,33	1,51	1,74	1,90	2,06
	7	1,02	1,31	1,48	1,68	1,83	1,97
	30	1,01	1,26	1,40	1,58	1,68	1,80
	60	1,01	1,21	1,33	1,47	1,56	1,65
2	1	1,03	1,33	1,50	1,69	1,82	1,94
	7	1,03	1,33	1,50	1,70	1,85	1,99
	30	1,03	1,29	1,44	1,62	1,73	1,84
	60	1,02	1,25	1,38	1,53	1,62	1,71
3	1	1,00	1,30	1,49	1,73	1,90	2,07
	7	1,01	1,29	1,46	1,68	1,82	1,97
	30	1,00	1,27	1,43	1,63	1,77	1,90
	60	1,00	1,25	1,40	1,59	1,72	1,85
4	1	0,99	1,32	1,54	1,84	2,05	2,29
	7	1,00	1,25	1,40	1,59	1,72	1,85
	30	1,00	1,23	1,37	1,55	1,66	1,78
	60	1,00	1,20	1,33	1,48	1,58	1,68
5	1	1,01	1,27	1,42	1,62	1,76	1,91
	7	1,01	1,26	1,41	1,61	1,76	1,93
	30	1,01	1,22	1,34	1,50	1,61	1,72
	60	1,01	1,19	1,28	1,40	1,49	1,52
6	1	0,99	1,22	1,36	1,55	1,66	1,80
	7	1,00	1,25	1,36	1,54	1,65	1,77
	30	1,00	1,19	1,31	1,46	1,55	1,65
	60	0,99	1,18	1,30	1,46	1,55	1,66

TABLEAU 7

Courbe de fréquence régionale par transposition
du débit moyen annuel de crue

Débits de pointe de la rivière des Anglais
(partie supérieure, en aval du cours d'eau Beattie)

RÉCURRENCE (année)	2	5	10	25	50	100
Quotient régional d'inondation d'un jour de la zone 2 (1)	1,03	1,33	1,50	1,69	1,82	1,94
Débit maximal journalier (2) (m^3/s)	34,2	44,2	49,8	56,1	60,4	64,4
Qp (3) (m^3/s)	39,8	51,4	57,9	65,3	70,3	74,9

(1) Tiré du tableau 6.

(2) Débit maximal journalier = Q_m multiplié par le quotient régional d'inondation d'un jour.

(3) Qp = Débit maximal journalier multiplié par RM (RM = 1,1636 établi au tableau 3).

4 DÉROULEMENT DU LOGICIEL

L'étude du bassin versant étant complétée, nous vous présentons dans les pages qui suivent le déroulement du logiciel étape par étape. Chaque étape montre l'affichage de l'écran tel qu'il se présente lors de l'entrée des données et de la sortie des résultats. La représentation de l'écran est délimitée par les signes "+". Les données s'appliquent pour l'évaluation des débits de pointe de la rivière des Anglais partie supérieure, en aval du cours d'eau Beattie. Les commentaires, les opérations, les limites d'application et les remarques sont donnés à chacune des étapes.

OPÉRATIONS

- Mettez le micro-ordinateur en marche, chargez le DOS ,le programme GRAPHICS.COM du DOS et le langage BASIC.

- Insérez la disquette contenant le logiciel dans le lecteur de disquette.

- Entrez la commande RUN "MLJC8612.BAS".

COMMENTAIRE

L'exécution du logiciel débute.

```
                    EVALUATION DES DEBITS DE POINTE
                    -------------------------------

          LOGICIEL MIS AU POINT AU SERVICE DU GENIE DU  MINISTERE
           DE L'AGRICULTURE, DES PECHERIES ET DE L'ALIMENTATION
                                DU QUEBEC

          CONCEPTEUR:  MARIO LAROCHE, Ingenieur
          PROGRAMMEUR: JACQUES CHAMPAGNE, technicien
                               ........
      CE LOGICIEL EVALUE LES DEBITS DE POINTE POUR LES GRANDS BASSINS
VERSANTS DE SUPERFICIE VARIANT DE 15 A 56 950 km CARRES SELON LES MODELES DE
PREVISION CHOISIS.  LES DONNEES DE BASE SERVENT AU CALCUL DU COEFFICIENT DE
RUISSELLEMEMT SUIVANT LA METHODE 'SOIL CONSERVATION SERVICE' (MODIFIEE 1979) ET
AU CALCUL DES DEBITS DE POINTE SUIVANT TROIS METHODES:  HYDROGRAMME UNITAIRE
SYNTHETIQUE, COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE ET COURBE DE FREQUENCE
REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE.

       REFEREZ-VOUS AU RAPPORT ACCOMPAGNANT LE LOGICIEL ET AU 'GUIDE D'ANALYSE
ET D'AMENAGEMENT DE COURS D'EAU A DES FINS AGRICOLES' POUR PLUS DE DETAILS SUR
LES FORMULES ET LES METHODES.

                [ APPUYEZ SUR UNE TOUCHE POUR CONTINUER: ]
```

COMMENTAIRE

- Introduction au logiciel.

OPÉRATION

- Appuyez sur une touche quelconque du clavier, l'écran s'efface et le logiciel débute.

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

COMMENTAIRE

- Identification du nom du cours d'eau avec le kilomètre exact de l'endroit où le débit est évalué ou toute autre référence précisant le site à l'étude.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).
```

COMMENTAIRE

- Identification du numéro de dossier.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
```

COMMENTAIRE

- La superficie du bassin versant est en kilomètre carré.

OPÉRATIONS

- Entrez la superficie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande que 0, sinon elle est rejetée et la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
                            ----------------------

CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE:

      2-  COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE:

      3-  FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE:

      4-  COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES (APRES CALCULS):

      5-  POSSIBILITE DE CHOISIR LA LONGUEUR DE PAGE DE
          L'IMPRIMANTE ENTRE 11 ET 14 POUCES (11 PAR DEFAUT):

      6-  FIN DU PROGRAMME:

VOTRE CHOIX:1
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'opter pour une des trois méthodes d'évaluation des débits de pointe, de comparer les résultats obtenus après l'application de ces méthodes, de changer la longueur de page pour les sorties sur imprimante ou de mettre fin au programme.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 sont acceptés.

REMARQUE

- L'utilisateur doit prévoir à ce stade-ci la longueur de page désirée pour les sorties sur imprimante. La longueur de 27,5 cm (11 pouces) est considérée par défaut.

```
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
+                                                                              +
+ COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT+
+ NUMERO DE DOSSIER :783                                   TIE).                +
+ AUTRES COMMENTAIRES SUR LA LOCALISATION EXACTE ET/OU L'OBJET DES CALCULS:      +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+                                                                              +
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
```

COMMENTAIRE

- Espace réservé au concepteur pour ajouter des commentaires s'il y a lieu, sur la localisation, l'objet des calculs ou autres précisions. Le but de ces commentaires est de laisser la possibilité au concepteur d'individualiser la sortie sur imprimante des résultats présentés sous forme de rapport.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.

- Appuyez sur "RETURN".

REMARQUE

- La dernière proposition ainsi que les commentaires sont effacés de l'écran et retenus en mémoire pour la sortie sur imprimante.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62
```

COMMENTAIRE

- La pente moyenne (85-10) du bassin versant est en mètre par kilomètre.

OPÉRATIONS

- Entrez la valeur de la pente.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande que 0, sinon elle est rejetée et la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- La pente en pourcentage est affichée à l'écran.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62        SOIT  .862 %
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
```

COMMENTAIRE

- La longueur maximale du parcours de l'eau est en kilomètre.

OPÉRATIONS

- Entrez la longueur maximale du parcours de l'eau.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande que 0, sinon elle est rejetée et la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT        (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62        SOIT  .862 %
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE              (%): Pf =58
```

COMMENTAIRE

- Pourcentage de la surface boisée dans le bassin versant.

OPÉRATIONS

- Entrez le pourcentage de surface boisée.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 0, sinon elle est rejetée et la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- La valeur entrée est arrondie à l'unité.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62        SOIT  .862 %
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE             (%): Pf = 58
PRINCIPALES CULTURES DANS LE BASSIN VERSANT  :PATURAGES, PRAIRIES, CEREALES.
```

COMMENTAIRES

- Espace réservé pour décrire les principales cultures dans le bassin versant.
- Cette entrée est facultative.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

REMARQUE

- La dernière proposition ainsi que l'entrée sont effacées de l'écran et retenues en mémoire pour la sortie sur imprimante.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62        SOIT  .862 %
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE             (%): Pf = 58
PRINCIPALES TEXTURES DE SOL DANS LE BASSIN   :AFFLEUREMENTS ROCHEUX, LIMON-SABLO
-CAILLOUTEUX ET GRAVIER SABLEUX.
```

COMMENTAIRES

- Espace réservé pour décrire les principales textures de sol dans le bassin versant.
- Cette entrée est facultative.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

REMARQUE

- La dernière proposition ainsi que l'entrée sont effacées de l'écran et retenues en mémoire pour la sortie sur imprimante.

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE:
(VOIR GUIDE D'AMENAGEMENT TABLEAU 3.2, PAGE 55)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE INTENSIVE (5_ %)					

POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE POUR CETTE DIVISION:

[SUPERFICIE RESTANTE: 42 %] (TENANT COMPTE DE LA SURFACE BOISEE)

APPUYEZ SUR [Esc] S'IL N'Y A PAS DE CULTURE INTENSIVE

COMMENTAIRES

- Nouvel affichage complet de l'écran pour le calcul détaillé du coefficient de ruissellement par la méthode SCS modifiée.
- La superficie restante en pourcentage est celle de l'utilisation du sol non encore définie. Dans notre cas, le boisé représente 58%, soit 42% de la superficie restante.

OPÉRATIONS

- Entrez le pourcentage total de la superficie du bassin versant en culture intensive.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être un entier positif plus grand ou égal à un et plus petit ou égal à la valeur de la superficie restante.

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE:
(VOIR GUIDE D'AMENAGEMENT TABLEAU 3.2, PAGE 55)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE INTENSIVE (5 %)	5_				

POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE POUR CETTE SUBDIVISION:

(LA SOMME DES POURCENTAGES DE LA SUBDIVISION NE DOIT PAS DEPASSER LE POURCENTAGE DE LA DIVISION)

COMMENTAIRES

- La subdivision représente le fractionnement du pourcentage de la superficie en culture intensive qui est la première division du tableau dynamique affiché à l'écran.

- Voir le tableau 1, page 13 qui résume les valeurs à entrer.

OPÉRATIONS

- Entrez le pourcentage de la superficie en culture intensive ayant les mêmes caractéristiques au point de vue pente, condition hydrologique et classe de sol.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être un entier positif plus grand ou égal à un et plus petit ou égal à la différence du pourcentage de la division, moins la somme du pourcentage de la subdivision.

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE:
(VOIR GUIDE D'AMENAGEMENT TABLEAU 3.2, PAGE 55)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE INTENSIVE (5 %)	5	<3 %			

PENTE DANS CETTE PARTIE DU BASSIN:
1= <3 %
2= 3-8%
3= >8%

COMMENTAIRE

- Catégorie de pente dans cette partie du bassin versant.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2 ou 3 selon la catégorie de pente choisie.
  La catégorie de pente correspondante apparaît au tableau.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2 ou 3 sont acceptés.

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE:
(VOIR GUIDE D'AMENAGEMENT TABLEAU 3.2, PAGE 55)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE INTENSIVE (5 %)	5	<3 %	MOYENNE _		

CONDITION HYDROLOGIQUE:
1= PAUVRE (FAIBLE COUVERT VEGETAL, LIMITANT L'INTERCEPTION)
2= MOYENNE
3= BONNE (BON COUVERT VEGETAL, FAVORISANT L'INTERCEPTION)

COMMENTAIRE

- Catégorie de condition hydrologique dans cette partie du bassin versant.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2 ou 3 selon la catégorie de condition hydrologique choisie.
  La catégorie de condition hydrologique correspondante apparaît au tableau.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2 ou 3 sont acceptés.

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE:
(VOIR GUIDE D'AMENAGEMENT TABLEAU 3.2, PAGE 55)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE INTENSIVE (5 %)	5	<3 %	MOYENNE	C_	

CLASSE DE SOL:
1= A- GRAVIERS ET SABLES GROSSIERS
2= B- SABLES MOYENS ET FINS
3= C- SABLES FINS MAL DRAINES,SOLS LIMONEUX ET ARGILES PERMEABLES
4= D- ARGILES LOURDES ET SOLS MINCES

COMMENTAIRE

- Classe de sol dans cette partie du bassin versant.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3 ou 4 selon la classe de sol choisie.
  La classe de sol A, B, C et D correspondante apparaît au tableau.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3 ou 4 sont acceptés.

REMARQUE

- Le numéro de courbe correspondant à cette partie du bassin versant apparaît au tableau.

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE:
(VOIR GUIDE D'AMENAGEMENT TABLEAU 3.2, PAGE 55)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE	20	<3 %	MOYENNE	A	32
EXTENSIVE	15	<3 %	MOYENNE	C	72
(37 %)	2	<3 %	MOYENNE	D_	

CLASSE DE SOL:
1= A- GRAVIERS ET SABLES GROSSIERS
2= B- SABLES MOYENS ET FINS
3= C- SABLES FINS MAL DRAINES,SOLS LIMONEUX ET ARGILES PERMEABLES
4= D- ARGILES LOURDES ET SOLS MINCES

REMARQUES

- Le tableau se complète par division et subdivision selon l'étude préalable faite sur le bassin versant et résumée sur le tableau 1 de la page 13.

- Le pourcentage de la division "terrain boisé" est déjà fixé au tableau puisque ce pourcentage a déjà été entré. (Voir page 42).

- La même procédure décrite aux pages 45 à 49 se répète jusqu'à ce que 100% de l'utilisation du sol ait été atteint.

- Les numéros de courbes correspondant à chacune des utilisations du sol proviennent du tableau 3.2 du "Guide s'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles". Ce tableau est en mémoire dans le logiciel.

CULTURE INTENSIVE (5)	5	<3 %	MOYENNE	C	79
CULTURE EXTENSIVE (37)	20	<3 %	MOYENNE	A	32
	15	<3 %	MOYENNE	C	72
	2	<3 %	MOYENNE	D	79
TERRAIN BOISE (58)	50	<3 %	MOYENNE	D	76
	8	3-8%	MOYENNE	D	79

LE NUMERO DE COURBE PONDERE EST: CN= 67

L'EQUATION PLUIE-RUISSELLEMENT POUR CN 60 - 70 EST:
Ru= -1.97 + .432 * Hc
VOULEZ-VOUS RECOMMENCER LE CALCUL DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT:(O/N):N

COMMENTAIRES

- À l'apparition du dernier numéro de courbe, l'écran s'efface et présente un résumé du début à la fin du tableau.
- Le calcul du numéro de courbe pondéré est exécuté et affiché à l'écran.
- L'équation pluie-ruissellement est affichée à l'écran.
- Possibilité de reprendre le tableau en cas d'erreurs à partir de l'entrée du pourcentage boisé.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- Si le choix est N pour non, l'écran s'efface et affiche à nouveau les entrées de base qui ont précédé l'élaboration du tableau sur le coefficient de ruissellement.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT        (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE              (%): Pf =58

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)        NUMERO DE COURBE PONDERE= 67

PLUIE DE 6 HEURES POUR LA REGION DE:  HEMMINGFORD A LA FRONTIERE AMERICAINE.
```

COMMENTAIRE

- Identification de la région où se situe le bassin versant à l'étude.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 1 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Il est essentiel d'entrer au moins un caractère avant d'appuyer sur "RETURN", sinon la question sera posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE             (%): Pf =58

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)        NUMERO DE COURBE PONDERE= 67

PLUIE DE 6 HEURES        RECURRENCE                    HAUTEUR D'EAU (mm)
REGION DE  HEMMINGFORD A     2                                    35
LA FRONTIERE AMERICAINE.
```

COMMENTAIRES

- Sélection de la hauteur d'eau correspondante à la pluie maximale probable pour une durée de 6 heures et une récurrence de 2 ans pour la région concernée à partir de la figure 3.5, page 76 du Guide.

- La hauteur d'eau est en millimètre.

OPÉRATIONS

- Entrez la valeur de la hauteur d'eau.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 15 et plus petite que 150, sinon la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT          (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE              (%): Pf =58

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)        NUMERO DE COURBE PONDERE= 67

PLUIE DE 6 HEURES        RECURRENCE                    HAUTEUR D'EAU (mm)
REGION DE  HEMMINGFORD A     2                                35.0
LA FRONTIERE AMERICAINE.     5
```

REMARQUES

- La sélection des hauteurs d'eau se poursuit pour les récurrences de 5, 10, 25 et 50 ans.

- La procédure décrite à la page précédente se répète pour chaque récurrence.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT          (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE              (%): Pf =58

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)        NUMERO DE COURBE PONDERE= 67

PLUIE DE 6 HEURES          RECURRENCE                  HAUTEUR D'EAU (mm)
REGION DE  HEMMINGFORD A       2                              35.0
LA FRONTIERE AMERICAINE.       5                              46.0
                              10                              54.0
                              25                              66.0
                              50                              71.0
                             100                                    81
```

COMMENTAIRES

- Sélection de la hauteur d'eau correspondante à la pluie maximale probable pour une durée de 6 heures et une récurrence de 100 ans pour la région concernée à partir de la figure 3.10, page 81 du Guide.

- La hauteur d'eau est en millimètre.

OPÉRATIONS

- Entrez la valeur de la hauteur d'eau.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 15 et plus petite que 150, sinon la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                          TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT        (km carre):  A =155
PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km):  S =8.62
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU   (km):  L =39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE              (%): Pf =58

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)        NUMERO DE COURBE PONDERE= 67

PLUIE DE 6 HEURES          RECURRENCE                  HAUTEUR D'EAU (mm)
REGION DE  HEMMINGFORD A       2                            35.0
LA FRONTIERE AMERICAINE.       5                            46.0
                              10                            54.0
                              25                            66.0
                              50                            71.0
                             100                            81.0

VOULEZ-VOUS CONSULTER LES VALEURS DES PRECIPITATIONS CALCULEES
POUR LES DUREES AUTRES QUE 6 HEURES:(O/N): N
```

COMMENTAIRE

- Possibilité de consulter ou corriger les valeurs de précipitation pour des pluies maximales probables allant de 2 à 24 heures par période de 2 heures, pour chacune des récurrences considérées.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrées, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- Le calcul des valeurs des précipitations correspond à la valeur H_{DP} décrite à la section 3.1.1.1, page 9.

```
CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE: CALCULS ET
          SORTIES SUR IMPRIMANTE:

      2-  POSSIBILITE DE TRACER DIFFERENTS HYDROGRAMMES
          AVANT DE PASSER A L'IMPRESSION:

      3-  CHANGER UN OU DES PARAMETRES:

      4-  RETOUR AU MENU PRINCIPAL (CHOIX DE 3 METHODES):



VOTRE CHOIX:2
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'opter pour différentes présentations des résultats soit à l'écran, soit à l'imprimante, soit de changer certaines entrées ou de retourner au menu principal (choix entre les différentes méthodes).

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3 ou 4 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3 ou 4 sont acceptés.

REMARQUES

- Le choix 1 conduit directement à l'affichage du tableau des résultats de la page 67 et permet d'avoir les sorties sur imprimante des données de base et des résultats des calculs pour la méthode hydrogramme unitaire synthétique.
- Le choix 2 permet de visualiser les hydrogrammes synthétiques construits à partir des données de base selon la méthodologie explicitée aux étapes 2 à 6 de la section 3.1.2.2, page 14.

COMMENTAIRE

- Le choix à l'étape précédente étant 2, les calculs débutent.

REMARQUE

- La durée du calcul varie en fonction du type d'ordinateur et augmente avec la dimension du bassin versant.

```
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
+                                                                               +
+                                                                               +
+      RECURRENCE =  2  ANS                                                     +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+ VOULEZ-VOUS EFFECTUER LES CALCULS DE DEBITS ET LE TRACE                       +
+ DES HYDROGRAMMES POUR UNE RECURRENCE DE  2 ANS:(O/N):  N                      +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
```

COMMENTAIRE

- Possibilité de produire à l'écran les 12 hydrogrammes synthétiques pour une récurrence de 2 ans.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
+                                                                               +
+       RECURRENCE =  5  ANS                                                    +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+ VOULEZ-VOUS EFFECTUER LES CALCULS DE DEBITS ET LE TRACE                       +
+ DES HYDROGRAMMES POUR UNE RECURRENCE DE  5 ANS:(O/N):  O                      +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
```

COMMENTAIRE

- Possibilité de produire à l'écran les 12 hydrogrammes synthétiques pour une récurrence de 5 ans.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
DUREE DE PRECIPITATION=  2  HEURES
DESIREZ-VOUS VOIR CET HYDROGRAMME A L'ECRAN: (O/N):O
```

COMMENTAIRE

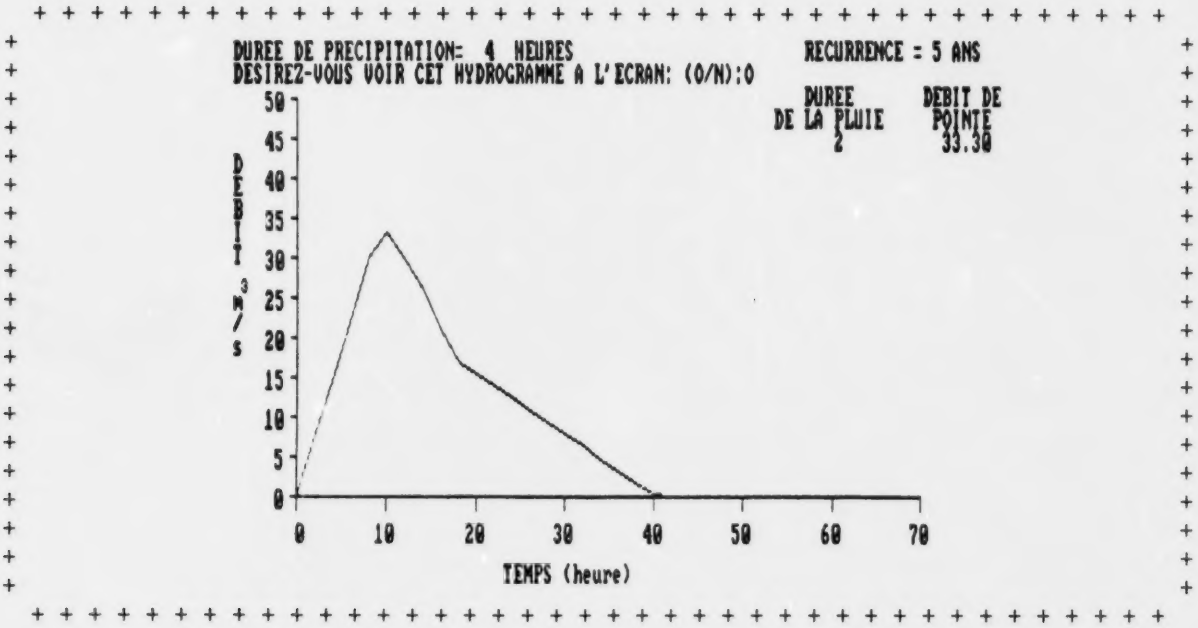
- Possibilité de produire à l'écran l'hydrogramme synthétique de 2 heures (DP = 2) pour une récurrence de 5 ans.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.



COMMENTAIRE

- Possibilité de produire à l'écran l'hydrogramme synthétique de 4 heures (DP = 4) pour une récurrence de 5 ans.

OPÉRATIONS

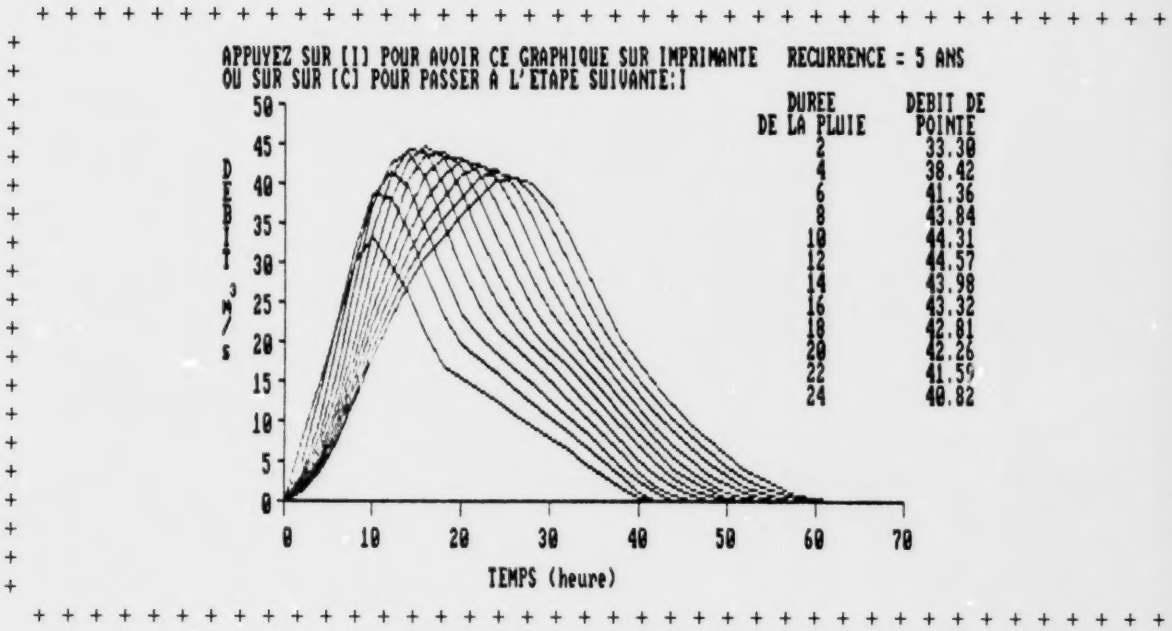
- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- Entrez O pour oui, pour les durées de précipitation DP égales à 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 et 24 heures, afin d'obtenir tous les hydrogrammes synthétiques correspondant à chaque DP.



COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une sortie sur imprimante reproduisant le graphique présenté à l'écran.

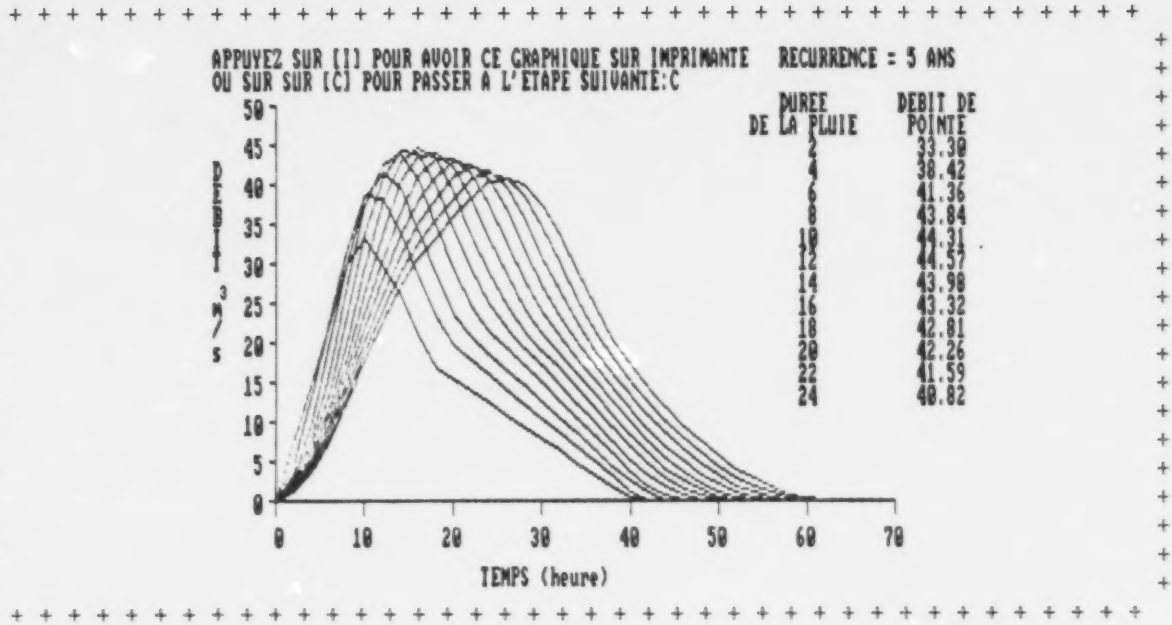
OPÉRATIONS

- Entrez I pour avoir une sortie sur imprimante ou C pour poursuivre l'exécution du logiciel.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres I ou C sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.



COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une autre sortie sur imprimante reproduisant le graphique présenté à l'écran.

OPÉRATIONS

- Entrez I pour avoir une sortie sur imprimante ou C pour poursuivre l'exécution du logiciel.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres I ou C sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- Après chaque sortie sur imprimante, la question est demandée à nouveau jusqu'à ce que l'utilisateur entre la lettre C pour poursuivre l'exécution du logiciel.

```
      RECURRENCE =  10  ANS


VOULEZ-VOUS EFFECTUER LES CALCULS DE DEBITS ET LE TRACE
DES HYDROGRAMMES POUR UNE RECURRENCE DE  10 ANS:(O/N): N
```

COMMENTAIRE

- Possibilité de produire à l'écran les 12 hydrogrammes synthétiques pour une récurrence de 10 ans.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- La même question est posée pour les récurrences de 25 et 50 ans. Pour obtenir les hydrogrammes synthétiques, il suffit d'appliquer la procédure décrite aux pages 60 à 64.

```
RECURRENCE =  100  ANS


VOULEZ-VOUS EFFECTUER LES CALCULS DE DEBITS ET LE TRACE
DES HYDROGRAMMES POUR UNE RECURRENCE DE  100 ANS:(O/N):N
```

COMMENTAIRE

- Possibilité de produire à l'écran les 12 hydrogrammes synthétique pour une récurrence de 100 ans.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- Pour obtenir les hydrogrammes synthétiques, il suffit d'appliquer la procédure décrite aux pages 60 à 64.

HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

EVALUATION DES DEBITS DE POINTE (METRE CUBE PAR SECONDE)

DUREE DE LA PLUIE (HEURE)	RECURRENCE (annee) 2	5	10	25	50	100
2	24.2	33.3	39.9	49.9	54.1	62.4
4	28.1	38.4	45.9	57.1	61.8	71.2
6	30.4	41.4	49.3	61.3	66.3	76.3
8	32.3	43.8	52.2	64.8	70.0	80.5
10	32.7	44.3	52.7	65.4	70.6	81.2
12	33.0	44.6	53.0	65.7	71.0	81.5
14	32.6	44.0	52.3	64.7	69.9	80.3
16	32.1	43.3	51.5	63.7	68.8	79.0
18	31.8	42.8	50.8	62.9	67.9	78.0
20	31.4	42.3	50.2	62.1	67.0	76.9
22	30.9	41.6	49.4	61.0	65.9	75.6
24	30.3	40.8	48.4	59.9	64.7	74.2

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): O

COMMENTAIRES

- Par suite des possibilités de tracer différents hydrogrammes synthétiques, il y a affichage du tableau des résultats selon la méthode hydrogramme unitaire synthétique.

- Possibilité d'avoir une sortie sur imprimante des données de base et des résultats des calculs pour la méthode hydrogramme unitaire synthétique.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUES

- Le choix 1, hydrogramme unitaire synthétique: calculs et sorties sur imprimante de la page 57 aurait conduit directement à l'affichage du présent tableau.

- Les débits de pointe retenus par la méthode hydrogramme unitaire synthétique sont les débits de pointe maximaux ou plafonds imprimés en caractères gras pour chacune des récurrences.

HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

EVALUATION DES DEBITS DE POINTE (METRE CUBE PAR SECONDE)

DUREE DE LA PLUIE (HEURE)	RECURRENCE (annee) 2	5	10	25	50	100
2	24.2	33.3	39.9	49.9	54.1	62.4
4	28.1	38.4	45.9	57.1	61.8	71.2
6	30.4	41.4	49.3	61.3	66.3	76.3
8	32.3	43.8	52.2	64.8	70.0	80.5
10	32.7	44.3	52.7	65.4	70.6	81.2
12	33.0	44.6	53.0	65.7	71.0	81.5
14	32.6	44.0	52.3	64.7	69.9	80.3
16	32.1	43.3	51.5	63.7	68.8	79.0
18	31.8	42.8	50.8	62.9	67.9	78.0
20	31.4	42.3	50.2	62.1	67.0	76.9
22	30.9	41.6	49.4	61.0	65.9	75.6
24	30.3	40.8	48.4	59.9	64.7	74.2

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): N

COMMENTAIRES

- Possibilité d'avoir une autre sortie sur imprimante des données de base et des résultats des calculs pour la méthode hydrogramme unitaire synthétique.

- N pour non permet de passer à l'étape suivante.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE: CALCULS ET
          SORTIES SUR IMPRIMANTE:

      2-  POSSIBILITE DE TRACER DIFFERENTS HYDROGRAMMES
          AVANT DE PASSER A L'IMPRESSION:

      3-  CHANGER UN OU DES PARAMETRES:

      4-  RETOUR AU MENU PRINCIPAL (CHOIX DE 3 METHODES):


VOTRE CHOIX:4
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'opter pour différentes présentations des résultats soit à l'écran, soit à l'imprimante, soit de changer certaines entrées ou de retourner au menu principal (choix entre les différentes méthodes).

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3 ou 4 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3 ou 4 sont acceptés.

REMARQUE

- Le choix 4, retour au menu principal permet d'accéder aux autres méthodes d'évaluation des débits de pointe.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                                  TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
                             ----------------------

CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE:

      2-  COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE:

      3-  FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE:

      4-  COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES (APRES CALCULS):

      5-  POSSIBILITE DE CHOISIR LA LONGUEUR DE PAGE DE
          L'IMPRIMANTE ENTRE 11 ET 14 POUCES (11 PAR DEFAUT):

      6-  FIN DU PROGRAMME:

VOTRE CHOIX:2
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'opter pour une des trois méthodes d'évaluation des débits de pointe, de comparer les résultats obtenus après l'application de ces méthodes, de changer la longueur de page pour les sorties sur imprimante ou de mettre fin au programme.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 sont acceptés.

```
IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE SERVANT DE REFERENCE:
---------------------------------------------------------

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
                                                                 ERFIELD.
```

COMMENTAIRE

- Identification du nom de la station jaugée telle qu'indiquée dans les "annuaires hydrologiques" du ministère de l'Environnement du Québec.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

```
IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE SERVANT DE REFERENCE:
---------------------------------------------------------

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
                                                                ERFIELD.
NUMERO DE  LA STATION:030907
```

COMMENTAIRE

- Identification du numéro de la station jaugée.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

```
IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE SERVANT DE REFERENCE:
---------------------------------------------------------

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
                                                              ERFIELD.
NUMERO DE  LA STATION:030907
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686
```

COMMENTAIRE

- La superficie du bassin versant de la station jaugée est en kilomètre carré.

OPÉRATIONS

- Entrez la superficie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande que 0, sinon elle est rejetée et la question est posée à nouveau.

```
EVALUATION DU RAPPORT MOYEN ENTRE LE DEBIT INSTANTANE MAXIMAL ET LE DEBIT
                JOURNALIER MAXIMAL DU COURS D'EAU ETUDIE.

 CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

        1 - ENTRER DIRECTEMENT LA VALEUR DU RAPPORT MOYEN:

        2 - EFFECTUER LE CALCUL DU RAPPORT MOYEN A PARTIR
            DES ' ANNUAIRES HYDROLOGIQUES ' DU MINISTERE
            DE L'ENVIRONNEMENT DU QUEBEC:



        VOTRE CHOIX: 2
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'entrer directement le rapport moyen du débit instantané maximal sur le débit journalier maximal ou de le calculer à partir des "annuaires hydrologiques" du ministère de l'Environnement du Québec.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1 ou 2 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1 ou 2 sont acceptés.

```
                          STATION: 030907
  ANNUAIRE        DEBIT JOURNALIER        DEBIT INSTANTANE        RAPPORT  Qi/Qj
HYDROLOGIQUE          MAXIMAL                 MAXIMAL
 1968-1969                 ND

APPUYEZ SUR (ND) POUR UNE DONNEE MANQUANTE ET SUR (F) POUR TERMINER LES ENTREES
```

COMMENTAIRES

- Entrez les débits journaliers maxima et instantanés maxima provenant des "annuaires hydrologiques". Entrez ND si la valeur n'est pas disponible pour l'année hydrologique en question. Entrez F pour mettre fin aux entrées.

- Les débits sont en mètre cube par seconde.

OPÉRATIONS

- Entrez la valeur du débit demandé ou ND.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITES

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 0, sinon la question est posée à nouveau.

- Seules les lettres ND et F sont acceptées, s'il n'y a pas de valeur.

```
                          STATION: 030907
  ANNUAIRE        DEBIT JOURNALIER        DEBIT INSTANTANE        RAPPORT  Qi/Qj
HYDROLOGIQUE          MAXIMAL                 MAXIMAL
  1968-1969             ND                      ND
  1969-1970             96                      105.1                1.09
  1970-1971             115                     141.69               1.23
  1971-1972             181                     188.45               1.04
  1972-1973             118                     135.5                1.15
  1973-1974             158                     193                  1.22
  1974-1975             212                     245                  1.16
  1975-1976             119                     125                  1.05
  1976-1977             102                     151                  1.48
  1977-1978             254                     311                  1.22
  1978-1979             ND                      ND
  1979-1980             80.6                    95.6                 1.19
  1980-1981             ND                      ND
  1981-1982             138                     154                  1.12
  1982-1983             76.7                    81.8                 1.07
  1983-1984             131                     144                  1.10
  1984-1985             85.4                    100                  1.17
  1985-1986             F       F

APPUYEZ SUR [ND] POUR UNE DONNEE MANQUANTE ET SUR [F] POUR TERMINER LES ENTREES
```

COMMENTAIRES

- L'entrée des données se poursuit selon les valeurs disponibles.
- Le rapport, débit instantané sur débit journalier, est affiché à l'écran.
- Les lettres ND signifient non disponible.
- La lettre F met fin à l'entrée des données.

OPÉRATIONS

- Entrez F.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITES

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 0, sinon la question est posée à nouveau.
- Seules les lettres ND et F sont acceptées, s'il n'y a pas de valeur.

STATION: 030907

ANNUAIRE HYDROLOGIQUE	DEBIT JOURNALIER MAXIMAL	DEBIT INSTANTANE MAXIMAL	RAPPORT Qi/Qj
1968-1969	ND	ND	
1969-1970	96	105.1	1.09
1970-1971	115	141.69	1.23
1971-1972	181	188.45	1.04
1972-1973	118	135.5	1.15
1973-1974	158	193	1.22
1974-1975	212	245	1.16
1975-1976	119	125	1.05
1976-1977	102	151	1.48
1977-1978	254	311	1.22
1978-1979	ND	ND	
1979-1980	80.6	95.6	1.19
1980-1981	ND	ND	
1981-1982	138	154	1.12
1982-1983	76.7	81.8	1.07
1983-1984	131	144	1.10
1984-1985	85.4	100	1.17

VOULEZ-VOUS CHANGER UNE OU PLUSIEURS DE CES VALEURS:(O/N): N
APPUYEZ SUR [ND] POUR UNE DONNEE MANQUANTE ET SUR [F] POUR TERMINER LES ENTREES

COMMENTAIRE

- Possibilité de corriger une ou plusieurs des valeurs entrées précèdemment.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- Le rapport moyen est affiché à l'écran ainsi que le nombre de rapports annuels ayant servi à le calculer.

```
                          STATION: 030907
   ANNUAIRE       DEBIT JOURNALIER        DEBIT INSTANTANE        RAPPORT  Qi/Qj
 HYDROLOGIQUE          MAXIMAL                 MAXIMAL
  1968-1969             ND                      ND
  1969-1970             96                      105.1                1.09
  1970-1971             115                     141.69               1.23
  1971-1972             181                     188.45               1.04
  1972-1973             118                     135.5                1.15
  1973-1974             158                     193                  1.22
  1974-1975             212                     245                  1.16
  1975-1976             119                     125                  1.05
  1976-1977             102                     151                  1.48
  1977-1978             254                     311                  1.22
  1978-1979             ND                      ND
  1979-1980             80.6                    95.6                 1.19
  1980-1981             ND                      ND
  1981-1982             138                     154                  1.12
  1982-1983             76.7                    81.8                 1.07
  1983-1984             131                     144                  1.10
  1984-1985             85.4                    100                  1.17

 LE RAPPORT MOYEN = RM =  1.16      (BASE SUR  14  RAPPORTS).
 VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): O
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une sortie sur imprimante sous forme de tableau des données de base et du calcul du rapport moyen du débit instantané maximal sur le débit journalier maximal.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

STATION: 030907

ANNUAIRE HYDROLOGIQUE	DEBIT JOURNALIER MAXIMAL	DEBIT INSTANTANE MAXIMAL	RAPPORT Qi/Qj
1968-1969	ND	ND	
1969-1970	96	105.1	1.09
1970-1971	115	141.69	1.23
1971-1972	181	188.45	1.04
1972-1973	118	135.5	1.15
1973-1974	158	193	1.22
1974-1975	212	245	1.16
1975-1976	119	125	1.05
1976-1977	102	151	1.48
1977-1978	254	311	1.22
1978-1979	ND	ND	
1979-1980	80.6	95.6	1.19
1980-1981	ND	ND	
1981-1982	138	154	1.12
1982-1983	76.7	81.8	1.07
1983-1984	131	144	1.10
1984-1985	85.4	100	1.17

LE RAPPORT MOYEN = RM = 1.16 (BASE SUR 14 RAPPORTS).
VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): N

COMMENTAIRES

- Possibilité d'avoir une autre sortie sur imprimante des données de base et du calcul du rapport moyen du débit instantané maximal sur le débit journalier maximal.

- N pour non permet de passer à l'étape suivante.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
                ENTREE DES VALEURS TIREES DE LA BANQUE DE DONNEE
        ANALYSE STATISTIQUE DES MINIMA ET MAXIMA DES DEBITS JOURNALIERS

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
NUMERO DE STATION:030907                                              ERFIELD.
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686

PROBABILITE DE          RECURRENCE          DEBITS MAXIMAUX
 DEPASSEMENT              (ANNEE)       (METRE CUBE PAR SECONDE)

    0.50                    2                      115.2
```

COMMENTAIRES

- Entrée du débit journalier maximal pour une récurrence de 2 ans pour la station jaugée considérée. Ces valeurs proviennent d'une analyse statistique des minima et maxima des débits journaliers relevés à la station jaugée. Cette analyse est disponible au Service des relevés aquatiques du ministère de l'Environnement du Québec.

- Le débit journalier maximal est en mètre cube par seconde.

- Entrez ND si la valeur n'est pas disponible.

OPÉRATIONS

- Entrez la valeur du débit journalier maximal ou ND.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 0, sinon la question est posée à nouveau.

REMARQUE

- L'entrée des valeurs des débits journaliers maximaux se poursuit pour les récurrences de 5, 10, 25 et 50 ans.

```
                ENTREE DES VALEURS TIREES DE LA BANQUE DE DONNEE
          ANALYSE STATISTIQUE DES MINIMA ET MAXIMA DES DEBITS JOURNALIERS

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
NUMERO DE STATION:030907                                          ERFIELD.
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686

 PROBABILITE DE          RECURRENCE          DEBITS MAXIMAUX
  DEPASSEMENT             (ANNEE)          (METRE CUBE PAR SECONDE)

      0.50                    2                   115.2
      0.20                    5                   162.2
      0.10                   10                   194.4
      0.04                   25                   236.0
      0.02                   50                   267.8
      0.01                  100                          300.1
```

COMMENTAIRES

- Entrée du débit journalier maximal pour une récurrence de 100 ans pour la station jaugée considérée.
- Le débit journalier maximal est en mètre cube par seconde.
- Entrez ND si la valeur n'est pas disponible.

OPÉRATIONS

- Entrez la valeur du débit journalier maximal ou ND.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande ou égale à 0, sinon la question est posée à nouveau.

```
                ENTREE DES VALEURS TIREES DE LA BANQUE DE DONNEE
          ANALYSE STATISTIQUE DES MINIMA ET MAXIMA DES DEBITS JOURNALIERS

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
NUMERO DE STATION:030907                                          ERFIELD.
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686


 PROBABILITE DE          RECURRENCE          DEBITS MAXIMAUX
  DEPASSEMENT             (ANNEE)        (METRE CUBE PAR SECONDE)

      0.50                    2                   115.2
      0.20                    5                   162.2
      0.10                   10                   194.4
      0.04                   25                   236.0
      0.02                   50                   267.8
      0.01                  100                   300.1


VOULEZ-VOUS CHANGER UNE OU PLUSIEURS DE CES VALEURS:(O/N):N
```

COMMENTAIRE

- Possibilité de corriger une ou plusieurs des valeurs entrées précédemment.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155
NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIVERFIELD.
NUMERO DE STATION: 030907
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686
RAPPORT Qi/Qj = RM = 1.16 RAPPORT DES BASSINS VERSANTS A/Aj= RA = 0.23

DEBIT METRE CUBE PAR SECONDE	RECURRENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
JOURNALIER JAUGE	115.2	162.2	194.4	236.0	267.8	300.1
JOURNALIER CALCULE	30.2	42.5	51.0	61.9	70.2	78.7
DE POINTE	35.1	49.5	59.3	72.0	81.7	91.5

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): O

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une sortie sur imprimante des données de base et des débits de pointe pour la méthode comparaison avec un bassin versant jaugé.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155 TIE).
NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
NUMERO DE STATION: 030907 ERFIELD.
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686
RAPPORT Qi/Qj = RM = 1.16 RAPPORT DES BASSINS VERSANTS A/Aj= RA = 0.23

DEBIT METRE CUBE PAR SECONDE	RECURRENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
JOURNALIER JAUGE	115.2	162.2	194.4	236.0	267.8	300.1
JOURNALIER CALCULE	30.2	42.5	51.0	61.9	70.2	78.7
DE POINTE	35.1	49.5	59.3	72.0	81.7	91.5

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): N

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une autre sortie sur imprimante des données de base et des débits de pointe pour la méthode comparaison avec un bassin versant jaugé.
- N pour non permet de passer à l'étape suivante.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                                  TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
                                   ----------

CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE:

      2-  COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE:

      3-  FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE:

      4-  COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES (APRES CALCULS):

      5-  POSSIBILITE DE CHOISIR LA LONGUEUR DE PAGE DE
          L'IMPRIMANTE ENTRE 11 ET 14 POUCES (11 PAR DEFAUT):

      6-  FIN DU PROGRAMME:

VOTRE CHOIX:3
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'opter pour une des trois méthodes d'évaluation des débits de pointe, de comparer les résultats obtenus après l'application de ces méthodes, de changer la longueur de page pour les sorties sur imprimante ou de mettre fin au programme.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 sont acceptés.

```
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
+                                                                               +
+                                                                               +
+ IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE SERVANT DE REFERENCE:                     +
+ -------------------------------------------------------                       +
+ NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV+
+                                                               ERFIELD.        +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+                                                                               +
+          -APPUYEZ SUR RETURN POUR CONSERVER LES MEMES PARAMETRES-             +
+                                                                               +
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
```

COMMENTAIRE

- Identification du nom de la station jaugée telle qu'indiquée dans les "annuaires hydrologiques" du ministère de l'Environnement du Québec.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.

- Appuyez sur "RETURN".

REMARQUE

- Si cette station a déjà été identifiée, le nom apparaît et il suffit d'appuyer sur "RETURN" pour le conserver.

```
IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE SERVANT DE REFERENCE:
---------------------------------------------------------

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
NUMERO DE  LA STATION:030907                                          ERFIELD.

            -APPUYEZ SUR RETURN POUR CONSERVER LES MEMES PARAMETRES-
```

COMMENTAIRE

- Identification du numéro de la station jaugée.

OPÉRATIONS

- Possibilité d'entrer de 0 à 255 caractères.
- Appuyez sur "RETURN".

REMARQUE - Si cette station a déjà été identifiée, le numéro apparaît et il suffit d'appuyer sur "RETURN" pour le conserver.

```
IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE SERVANT DE REFERENCE:
---------------------------------------------------------

NOM DE LA STATION JAUGEE:DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIV
NUMERO DE  LA STATION:030907                                        ERFIELD.
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686

            -APPUYEZ SUR RETURN POUR CONSERVER LES MEMES PARAMETRES-
```

COMMENTAIRE

- La superficie du bassin versant de la station jaugée est en kilomètre carré.

OPÉRATIONS

- Entrez la superficie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- La valeur entrée doit être plus grande que 0, sinon elle est rejetée et la question est posée à nouveau.

REMARQUE - Si cette station a déjà été identifiée, la superficie apparaît et il suffit d'appuyer sur "RETURN" pour le conserver.

```
EVALUATION DU RAPPORT MOYEN ENTRE LE DEBIT INSTANTANE MAXIMAL ET LE DEBIT
                JOURNALIER MAXIMAL DU COURS D'EAU ETUDIE.

 CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

       1 - ENTRER DIRECTEMENT LA VALEUR DU RAPPORT MOYEN:

       2 - EFFECTUER LE CALCUL DU RAPPORT MOYEN A PARTIR
           DES ' ANNUAIRES HYDROLOGIQUES ' DU MINISTERE
           DE L'ENVIRONNEMENT DU QUEBEC:

       3 - CONSERVER LE RAPPORT MOYEN CALCULE PRECEDEMMENT RM = 1.16:


       VOTRE CHOIX: 3
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'entrer directement le rapport moyen du débit instantané maximal sur le débit journalier maximal, de le calculer à partir des "annuaires hydrologiques" du ministère de l'Environnement du Québec ou de conserver la valeur calculée précédemment.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2 ou 3 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2 ou 3 sont acceptés.

```
FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE
-------------------------------------------------------------------

ENTREZ LA ZONE DANS LAQUELLE SE SITUE LE COURS D'EAU ETUDIE:  2
```

COMMENTAIRE

- Identification de la zone où se situe le cours d'eau à l'étude. La figure 10, page 29, permet de situer la zone concernée.

OPÉRATIONS

- Entrez le nombre 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 selon la zone concernée.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 sont acceptés.

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT : 155
LE RAPPORT Qi/Qj = RM = 1.16 ZONE 2

DEBIT METRE CUBE/S	RECURRENCE (ANNEE) 2	5	10	25	50	100
MAXIMUM 60 JOURS	9.2	11.2	12.4	13.7	14.6	15.4
MAXIMUM 30 JOURS	13.1	16.4	18.4	20.7	22.1	23.5
MAXIMUM 7 JOURS	22.3	28.8	32.5	36.8	40.0	43.1
MAXIMUM JOURNALIER	34.2	44.2	49.8	56.1	60.4	64.4
DE POINTE	39.8	51.4	57.9	65.3	70.3	74.9

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): O

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une sortie sur imprimante des données de base et des débits de pointe pour la méthode courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT : 155
LE RAPPORT Qi/Qj = RM = 1.16 ZONE 2

DEBIT METRE CUBE/S	RECURRENCE (ANNEE) 2	5	10	25	50	100
MAXIMUM 60 JOURS	9.2	11.2	12.4	13.7	14.6	15.4
MAXIMUM 30 JOURS	13.1	16.4	18.4	20.7	22.1	23.5
MAXIMUM 7 JOURS	22.3	28.8	32.5	36.8	40.0	43.1
MAXIMUM JOURNALIER	34.2	44.2	49.8	56.1	60.4	64.4
DE POINTE	39.8	51.4	57.9	65.3	70.3	74.9

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): N

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une autre sortie sur imprimante des données de base et des débits de pointe pour la méthode courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue.

- N pour non permet de passer à l'étape suivante.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                                    TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
                                   ----------

CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE:

      2-  COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE:

      3-  FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE:

      4-  COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES (APRES CALCULS):

      5-  POSSIBILITE DE CHOISIR LA LONGUEUR DE PAGE DE
          L'IMPRIMANTE ENTRE 11 ET 14 POUCES (11 PAR DEFAUT):

      6-  FIN DU PROGRAMME:

VOTRE CHOIX:4
```

COMMENTAIRE

- Possibilité d'opter pour une des trois méthodes d'évaluation des débits de pointe, de comparer les résultats obtenus après l'application de ces méthodes, de changer la longueur de page pour les sorties sur imprimante ou de mettre fin au programme.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 selon l'option choisie.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 sont acceptés.

COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

METHODES	RECCURENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
HYDROGRAMME SYNTHETIQUE	33.0	44.6	53.0	65.7	71.0	81.5
COMPARAISON B.V. JAUGE	35.1	49.5	59.3	72.0	81.7	91.5
FREQUENCE REGIONALE	39.8	51.4	57.9	65.3	70.3	74.9
MOYENNE DES METHODES	36.0	48.5	56.7	67.6	74.3	82.7

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): O

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une sortie sur imprimante des débits de pointe calculés par les méthodes d'évaluation utilisées et des débits de pointe provenant de la moyenne des méthodes utilisées.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.
- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

METHODES	RECCURENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
HYDROGRAMME SYNTHETIQUE	33.0	44.6	53.0	65.7	71.0	81.5
COMPARAISON B.V. JAUGE	35.1	49.5	59.3	72.0	81.7	91.5
FREQUENCE REGIONALE	39.8	51.4	57.9	65.3	70.3	74.9
MOYENNE DES METHODES	36.0	48.5	56.7	67.6	74.3	82.7

VOULEZ-VOUS UNE SORTIE SUR IMPRIMANTE:(O/N): N

COMMENTAIRE

- Possibilité d'avoir une autre sortie sur imprimante des débits de pointe calculés par les méthodes d'évaluation utilisées et des débits de pointe provenant de la moyenne des méthodes utilisées.

- N pour non permet de passer à l'étape suivante.

OPÉRATIONS

- Entrez O pour oui ou N pour non.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seules les lettres O et N sont acceptées comme entrée, sinon la question est posée à nouveau.

```
COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEAT
NUMERO DE DOSSIER :783                                              TIE).

SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT       (km carre):  A =155
                           ----------------------

CHOISISSEZ UNE DES OPTIONS SUIVANTES:

      1-  HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE:

      2-  COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE:

      3-  FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE:

      4-  COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES (APRES CALCULS):

      5-  POSSIBILITE DE CHOISIR LA LONGUEUR DE PAGE DE
          L'IMPRIMANTE ENTRE 11 ET 14 POUCES (11 PAR DEFAUT):

      6-  FIN DU PROGRAMME:

VOTRE CHOIX:6
```

COMMENTAIRES

- Possibilité d'opter pour une des trois méthodes d'évaluation des débits de pointe, de comparer les résultats obtenus après l'application de ces méthodes, de changer la longueur de page pour les sorties sur imprimante ou de mettre fin au programme.

- 6 permet de mettre fin au programme.

OPÉRATIONS

- Entrez les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 selon l'option choisie.

- Appuyez sur "RETURN".

LIMITE

- Seuls les nombres 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 sont acceptés.

5 SORTIES SUR IMPRIMANTE

Les sorties sur imprimante se présentent au maximum sur 13 feuilles, si l'utilisateur opte pour toutes les sorties qui lui sont offertes. Ces 13 feuilles se répartissent comme suit:

- Hydrogramme unitaire synthétique : 9 feuilles
- Calcul du rapport moyen RM: 1 feuille
- Comparaison avec un bassin versant jaugé: 1 feuille
- Courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue: 1 feuille
- Comparaison entre les différentes méthodes: 1 feuille

5.1 Méthode Fugère

Sur les sorties à l'imprimante lorsque la méthode hydrogramme unitaire synthétique a été appliquée, on retrouve au bas de deux feuilles les résultats du calcul de débit selon la méthode Fugère. L'affichage des résultats sur les deux feuilles de sorties sur imprimante se présente comme suit: une sortie sous le tableau des débits de pointe calculés selon la méthode hydrogramme unitaire synthétique et une sortie sous le tableau comparaison entre les différentes méthodes. La méthode Fugère a été très utilisée dans le passé et à titre de comparaison, nous avons jugé bon d'inclure les résultats des calculs selon cette méthode au bas des deux feuilles de sorties sur imprimante décrites précédemment.

La méthode Fugère a été développée à partir d'un modèle américain appliqué à la province de Québec. Elle n'est pas une méthode qui calcule un débit de pointe. Le calcul des débits par cette méthode est basé sur l'aire du bassin versant A et la pente moyenne S de celui-ci. Il n'y a pas de référence à des événements probabilistes ce qui nous conduit à un calcul de débit subjectif dit: "débit pour un bon drainage". Ce débit ajusté par un coefficient d'efficacité égal à 1,2 ou 1,5 devient un "débit pour un très bon drainage" ou un "débit pour un excellent drainage".

Les formules mathématiques répondant aux courbes développées par Fugère et montrées à la figure 3.2, page 60 du "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles" sont les suivantes:

Formule 1: pour $S \leq 3{,}615$ m/km (courbe H)

$$Q = 0{,}02831 \left[18{,}92 \left(\frac{A}{2{,}589988} \right)^{5/6} \right]$$

Formule 2: pour $S > 3{,}615$ m/km (courbes A à G)

$$Q = 0{,}02831 \left[23{,}26 \left(\frac{S}{1000} \right)^{0{,}03} \left(\frac{A}{2{,}589988} \right)^{5/6} + \left(155 \left(\frac{S}{1000} \right)^{0{,}25} - 38 \right) \right]$$

Le choix de la pente moyenne du bassin versant $S = 3{,}615$ m/km a été établi pour que le terme

$$155 \left(\frac{S}{1000} \right)^{0{,}25} - 38$$

soit égal à zéro de sorte que ce terme soit toujours positif si $S > 3{,}615$ m/km.

Les courbes de Fugère présentent toutes une partie horizontale lorsque l'aire du bassin versant est plus petite qu'une certaine limite. Afin de tenir compte de ces parties horizontales, le tableau 8 a été élaboré pour sélectionner la formule à appliquer selon l'aire et la pente moyenne du bassin versant. Les limites indiquées au tableau 8 sont celles inscrites dans le logiciel pour le calcul du "débit pour un bon drainage" par la méthode Fugère.

TABLEAU 8

Méthode Fugère

Formules mathématique à appliquer en fonction de A et S

Pente moyenne du bassin versant (m/km)	Aire du bassin versant (km^2)	Formule à appliquer
$S \leqslant 3,615$	$A < 1,3$	$Q = 0,32\ A$
	$A \geqslant 1,3$	Formule 1
$3,615 < S \leqslant 5$	$A < 2,1$	$Q = 0,37\ A$
	$A \geqslant 2,1$	Formule 2
$5 < S \leqslant 10$	$A < 2,4$	$Q = 0,38\ A$
	$A \geqslant 2,4$	Formule 2
$10 < S \leqslant 20$	$A < 3,6$	$Q = 0,38\ A$
	$A \geqslant 3,6$	Formule 2
$20 < S \leqslant 40$	$A < 4,1$	$Q = 0,44\ A$
	$A \geqslant 4,1$	Formule 2
$40 < S \leqslant 80$	$A < 5,7$	$Q = 0,44\ A$
	$A \geqslant 5,7$	Formule 2
$80 < S \leqslant 160$	$A < 6,3$	$Q = 0,49\ A$
	$A \geqslant 6,3$	Formule 2
$160 < S \leqslant 320$	$A < 7,8$	$Q = 0,49\ A$
	$A \geqslant 7,8$	Formule 2
$S > 320$	*** ne s'applique pas ***	

Note: Les limites pour l'aire du bassin versant ont été tirées des courbes originales de Fugère et ces limites ont été transposées en kilomètre carré.

5.2 Hydrogramme unitaire synthétique

Les sorties sur imprimante après l'application de la méthode hydrogramme unitaire synthétique se présentent sur 9 feuilles au maximum, si l'utilisateur choisit toutes les options possibles qui lui sont offertes. Ces 9 feuilles de sorties pour la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie, se retrouvent dans l'ordre aux pages 101 à 109. Ces sorties se présentent comme suit:

- données de base sur les deux premières feuilles;

- hydrogrammes synthétiques sur les six feuilles suivantes;

- tableau des résultats sur la dernière feuille.

Les données de base sont celles qui ont été entrées par l'utilisateur au début du logiciel et servent aux calculs explicités à la section 3.1. Les hydrogrammes synthétiques pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 années sont optionnels. Ces hydrogrammes synthétiques simulent le comportement du débit à la section du cours d'eau à l'étude en fonction du temps et pour différentes durées de précipitation. Le tableau des résultats résume les débits de pointe obtenus par les hydrogrammes synthétiques pour différentes durées de précipitation. Le débit de pointe retenu pour la méthode hydrogramme unitaire synthétique est le débit de pointe plafond pour chacune des récurrences, imprimé en caractères gras dans le tableau. Au bas du tableau des résultats, on retrouve les débits calculés par la méthode Fugère.

HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

.....

DONNEES DE BASE POUR LES CALCULS DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT ET DES DEBITS DE POINTE POUR LES GRANDS BASSINS VERSANTS

.....

PENTE MOYENNE (85-10) DU BASSIN VERSANT(m/km): S =8.62 SOIT .862 %
LONGUEUR MAXIMALE DU PARCOURS DE L'EAU (km): L = 39
POURCENTAGE DE SURFACE BOISEE (%): Pf = 58
PRINCIPALES CULTURES DANS LE BASSIN VERSANT :PATURAGES, PRAIRIES, CEREALES.
PRINCIPALES TEXTURES DE SOL DANS LE BASSIN :AFFLEUREMENTS ROCHEUX, LIMON-SABLO-CAILLOUTEUX ET GRAVIER SABLEUX.

.....

DONNEES SUR LES PRECIPITATIONS POUR LA REGION DE HEMMINGFORD A LA FRONTIERE AMERICAINE.

	RECURRENCE (annee)	HAUTEUR D'EAU (mm)
PLUIES MAXIMALES	2	35.0
PROBABLES POUR	5	46.0
UNE DUREE DE	10	54.0
6 HEURES	25	66.0
CORRESPONDANT	50	71.0
A LA VARIABLE H	100	81.0

.....

HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE.)
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

METHODE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) MODIFIEE (MONFET 1979)

UTILISATION DU SOL (% DU TOTAL)	SUPERFICIE (% DU TOTAL)	PENTE (%)	CONDITION HYDROLOGIQUE	CLASSE DE SOL	NUMERO DE COURBE
CULTURE INTENSIVE (5)	5	<3 %	MOYENNE	C	79
CULTURE EXTENSIVE (37)	20	<3 %	MOYENNE	A	32
	15	<3 %	MOYENNE	C	72
	2	<3 %	MOYENNE	D	79
TERRAIN BOISE (58)	50	<3 %	MOYENNE	D	76
	8	3-8%	MOYENNE	D	79

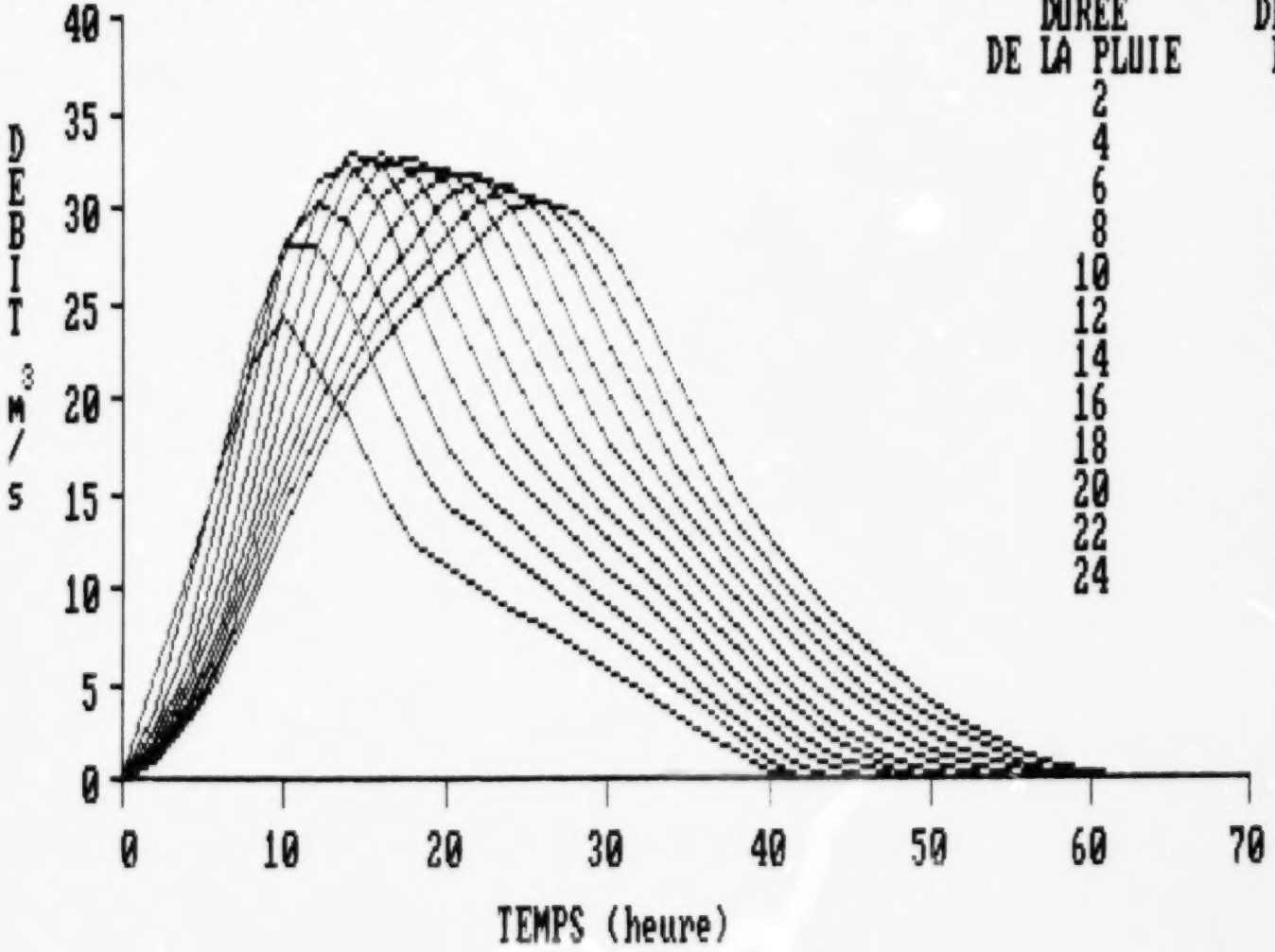
LE NUMERO DE COURBE PONDERE EST: CN= 67

L'EQUATION PLUIE-RUISSELLEMENT POUR CN 60 - 70 EST:
Ru= -1.97 + .432 * Hc

RECURRENCE = 2 ANS

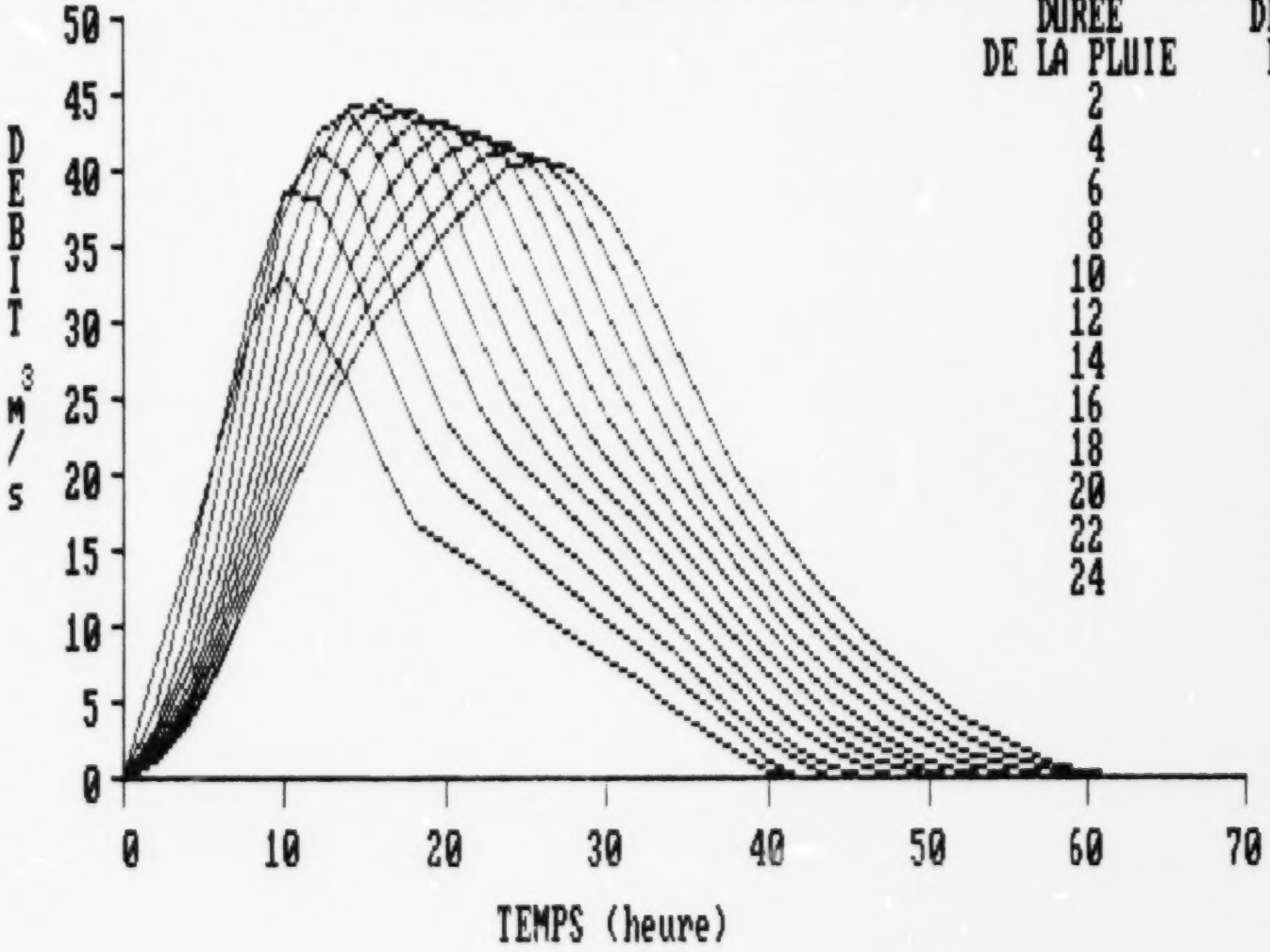
RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

DUREE DE LA PLUIE	DEBIT DE POINTE
2	24.16
4	28.12
6	30.38
8	32.31
10	32.72
12	32.96
14	32.56
16	32.11
18	31.75
20	31.37
22	30.89
24	30.34



RECURRENCE = 5 ANS

RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

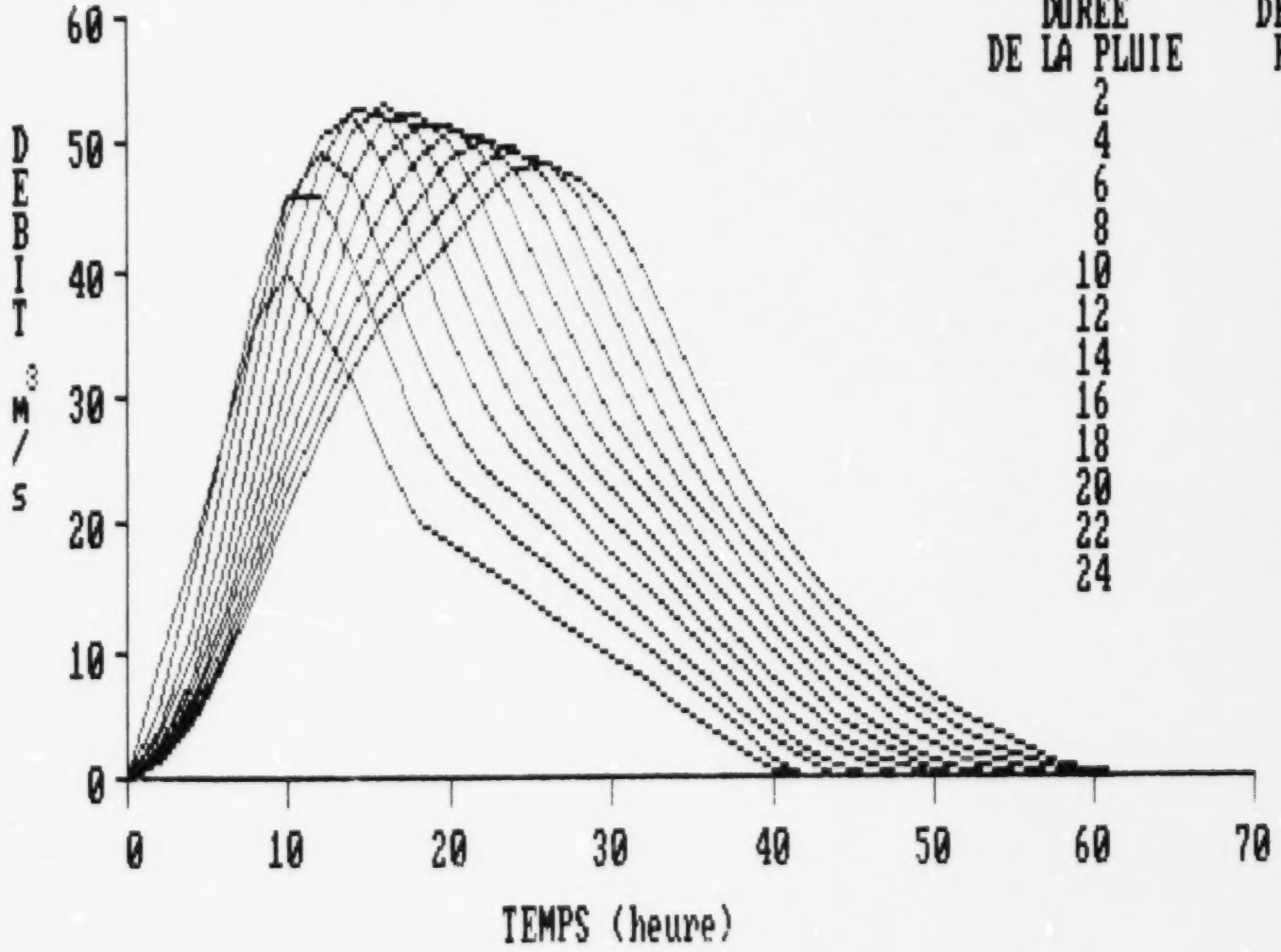


DUREE DE LA PLUIE	DEBIT DE POINTE
2	33.30
4	38.42
6	41.36
8	43.84
10	44.31
12	44.57
14	43.98
16	43.32
18	42.81
20	42.26
22	41.59
24	40.82

RECURRENCE = 10 ANS

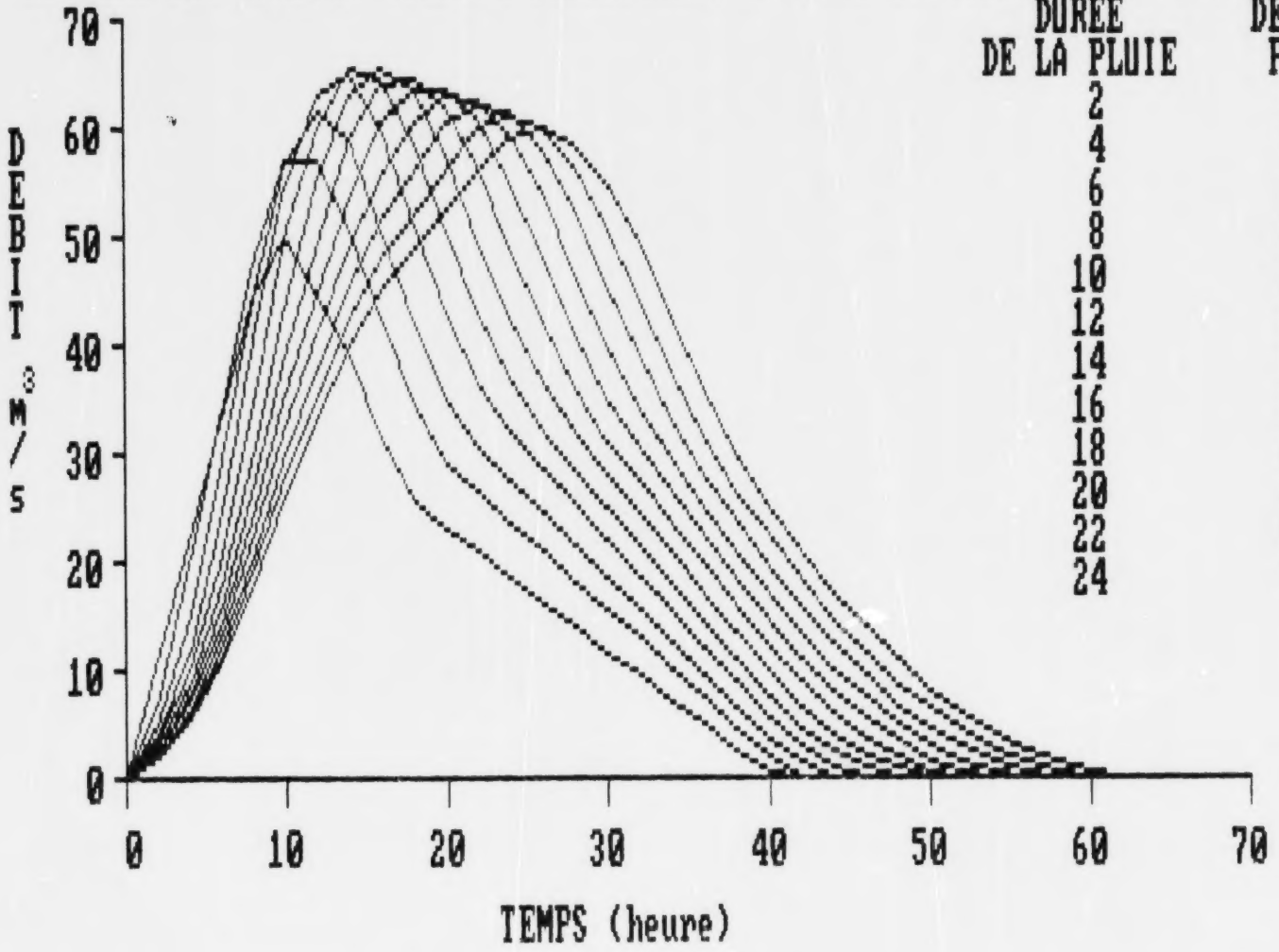
RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

DUREE DE LA PLUIE	DEBIT DE POINTE
2	39.94
4	45.91
6	49.35
8	52.23
10	52.73
12	53.01
14	52.28
16	51.48
18	50.85
20	50.18
22	49.38
24	48.45



RECURRENCE = 25 ANS

RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

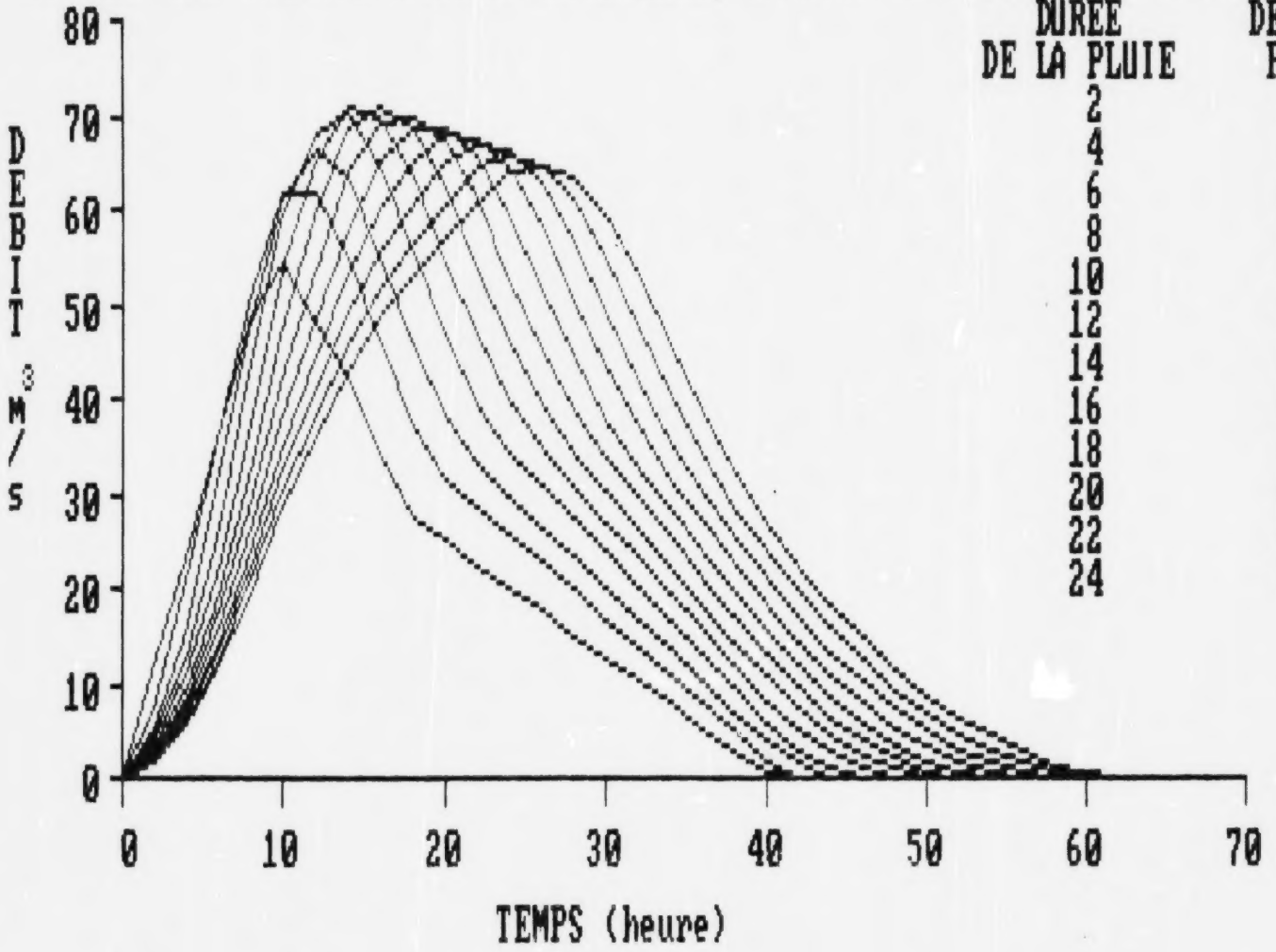


DUREE DE LA PLUIE	DEBIT DE POINTE
2	49.90
4	57.14
6	61.32
8	64.81
10	65.38
12	65.68
14	64.74
16	63.71
18	62.90
20	62.06
22	61.05
24	59.89

RECURRENCE = 50 ANS

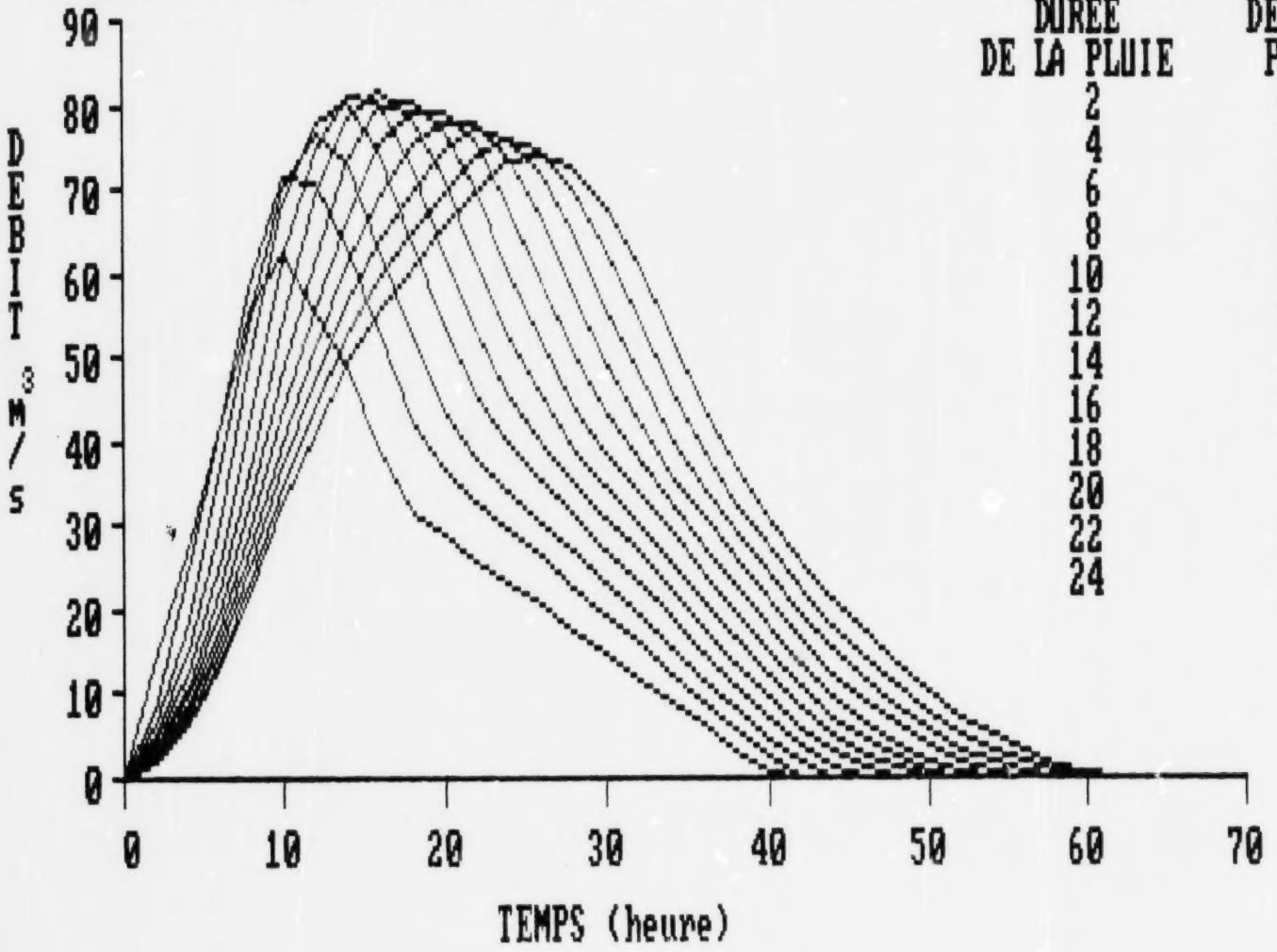
RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).

DUREE DE LA PLUIE	DEBIT DE POINTE
2	54.05
4	61.82
6	66.31
8	70.05
10	70.64
12	70.95
14	69.93
16	68.81
18	67.93
20	67.01
22	65.91
24	64.65



RECURRENCE = 100 ANS

RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).



DUREE DE LA PLUIE	DEBIT DE POINTE
2	62.36
4	71.18
6	76.30
8	80.53
10	81.18
12	81.51
14	80.31
16	79.01
18	77.98
20	76.91
22	75.64
24	74.18

HYDROGRAMME UNITAIRE SYNTHETIQUE

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

EVALUATION DES DEBITS DE POINTE (METRE CUBE PAR SECONDE)
ET DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT METHODE SCS ( )

DUREE DE LA PLUIE (HEURE)	RECURRENCE (ANNEE) 2	5	10	25	50	100
2	24.2 (0.36)	33.3 (0.38)	39.9 (0.38)	49.9 (0.39)	54.1 (0.40)	62.4 (0.40)
4	28.1 (0.37)	38.4 (0.39)	45.9 (0.39)	57.1 (0.40)	61.8 (0.40)	71.2 (0.41)
6	30.4 (0.38)	41.4 (0.39)	49.3 (0.40)	61.3 (0.40)	66.3 (0.40)	76.3 (0.41)
8	32.3 (0.38)	43.8 (0.39)	52.2 (0.40)	64.8 (0.40)	70.0 (0.41)	80.5 (0.41)
10	32.7 (0.38)	44.3 (0.39)	52.7 (0.40)	65.4 (0.41)	70.6 (0.41)	81.2 (0.41)
12	**33.0 (0.39)**	**44.6 (0.40)**	**53.0 (0.40)**	**65.7 (0.41)**	**71.0 (0.41)**	**81.5 (0.41)**
14	32.6 (0.39)	44.0 (0.40)	52.3 (0.40)	64.7 (0.41)	69.9 (0.41)	80.3 (0.41)
16	32.1 (0.39)	43.3 (0.40)	51.5 (0.40)	63.7 (0.41)	68.8 (0.41)	79.0 (0.41)
18	31.8 (0.39)	42.8 (0.40)	50.8 (0.40)	62.9 (0.41)	67.9 (0.41)	78.0 (0.41)
20	31.4 (0.39)	42.3 (0.40)	50.2 (0.41)	62.1 (0.41)	67.0 (0.41)	76.9 (0.41)
22	30.9 (0.39)	41.6 (0.40)	49.4 (0.41)	61.0 (0.41)	65.9 (0.41)	75.6 (0.41)
24	30.3 (0.39)	40.8 (0.40)	48.4 (0.41)	59.9 (0.41)	64.7 (0.41)	74.2 (0.42)

METHODE FUGERE	COEFFICIENT D'EFFICACITE (1.0)	(1.2)	(1.5)
DEBITS (METRE CUBE/S)	BON DRAINAGE 17.5	TRES BON DRAINAGE 21.1	EXCELLENT DRAINAGE 26.3

5.3 Calcul du rapport moyen RM

La sortie sur imprimante du calcul du rapport du débit instantané maximal sur le débit journalier maximal est optionnelle. Cette sortie est possible si l'utilisateur opte pour ce calcul à partir des données contenues dans les annuaires hydrologiques. Le calcul du rapport moyen RM doit se faire avec un minimum de 5 années et préférablement avec au moins 10 années d'observation. La page 112 montre le calcul du rapport moyen RM à la station Des Anglais à 1,1 km en aval du pont-route à Riverfield, numéro 030907. Le rapport moyen RM établi à cette station est utilisé pour les calculs des débits de pointe à un autre site non jaugé situé à proximité. On retient comme hypothèse que le rapport moyen RM à la station jaugée est le même pour le site non jaugé.

5.4 Comparaison avec un bassin versant jaugé

À la page 113 on retrouve sur une feuille, la sortie sur imprimante des données de base et des résultats de l'application de la méthode comparaison avec un bassin versant jaugé pour la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie.

5.5 Courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue

À la page 114 on retrouve sur une feuille, la sortie sur imprimante des données de base et des résultats de l'application de la méthode courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue pour la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie. À titre d'information nous retrouvons, dans le tableau des résultats, les débits maxima pour les durées de 7, 30 et 60 jours consécutifs et pour des récurrences de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 années.

5.6 Comparaison entre les différentes méthodes

La dernière sortie sur imprimante concerne la comparaison entre les différentes méthodes appliquées pour le calcul des débits de pointe. La page 115 présente le tableau montrant les résultats obtenus par l'application des trois méthodes décrites à la section 3 pour le calcul des débits de pointe de la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie.

Sur ce tableau apparaît la moyenne des méthodes, c'est à dire la moyenne mathématique des résultats obtenus par les différentes méthodes pour chacune des récurrences. Cette moyenne des méthodes est présentée à titre indicatif et c'est au concepteur d'un projet de cours d'eau de voir si les résultats obtenus par cette moyenne sont valables ou non valables. Au bas du tableau de l'évaluation des débits de pointe se retrouvent les débits calculés par la méthode Fugère.

5.7 Interprétation des résultats

L'étude et l'analyse des résultats obtenus par l'application des trois méthodes d'évaluation des débits de pointe pour les grands bassins versants sur la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie, conduit à retenir sur ce projet les débits de pointe suivants:

Récurrence (année)	Débit de pointe (m^3/s)
2	36
5	49
10	57
25	68
50	74
100	83

Le choix des débits de pointe pour chacune des récurrences revient à l'ingénieur concepteur du projet de cours d'eau et c'est à ce titre que j'ai fixé les débits de pointe pour la rivière des Anglais, partie supérieure en aval du cours d'eau Beattie. Ce choix a été facilité par les résultats assez semblables obtenus pour chacune des méthodes. Compte tenu de ce fait, la moyenne des méthodes a été retenue pour les débits de pointe. Il n'y a pas de recette précise pour déterminer avec exactitude les débits de pointe d'un cours d'eau et chaque cas doit faire l'objet d'une étude et d'une analyse particulière par l'ingénieur concepteur. Les limites d'application des méthodes d'évaluation des débits de pointe constituent un bon guide dans l'appréciation des résultats obtenus.

CALCUL DU RAPPORT DU DEBIT INSTANTANE MAXIMAL SUR LE DEBIT JOURNALIER MAXIMAL

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE

NOM DE LA STATION:
DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIVERFIELD.
NUMERO DE STATION: 030907
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686

ANNUAIRE HYDROLOGIQUE	DEBIT JOURNALIER MAXIMAL	DEBIT INSTANTANE MAXIMAL	RAPPORT Qi/Qj
1969-1970	96	105.1	1.09
1970-1971	115	141.69	1.23
1971-1972	181	188.45	1.04
1972-1973	118	135.5	1.15
1973-1974	158	193	1.22
1974-1975	212	245	1.16
1975-1976	119	125	1.05
1976-1977	102	151	1.48
1977-1978	254	311	1.22
1979-1980	80.6	95.6	1.19
1981-1982	138	154	1.12
1982-1983	76.7	81.8	1.07
1983-1984	131	144	1.10
1984-1985	85.4	100	1.17

NOMBRE DE RAPPORTS RETENUS POUR LE CALCUL DU RAPPORT MOYEN = 14

Qi = DEBIT INSTANTANE MAXIMAL.
Qj = DEBIT JOURNALIER MAXIMAL.

$$\text{LE RAPPORT MOYEN} = \frac{\text{DEBIT INSTANTANE MAXIMAL}}{\text{DEBIT JOURNALIER MAXIMAL}} = RM = 1.16$$

COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

.....

IDENTIFICATION DE LA STATION JAUGEE

NOM DE LA STATION:
DES ANGLAIS A 1.1 KILOMETRE EN AVAL DU PONT-ROUTE A RIVERFIELD.
NUMERO DE STATION: 030907
BASSIN VERSANT DE LA STATION (km carre): 686

.....

$$\frac{\text{DEBIT INSTANTANE MAXIMAL}}{\text{DEBIT JOURNALIER MAXIMAL}} = 1.16 \qquad \frac{\text{SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT ETUDIE}}{\text{SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT JAUGE}} = 0.23$$

EVALUATION DES DEBITS DE POINTE (METRE CUBE PAR SECONDE)

METHODE PAR COMPARAISON AVEC UN BASSIN VERSANT JAUGE

	RECURRENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
DEBIT JOURNALIER JAUGE (1)	115.2	162.2	194.4	236.0	267.8	300.1
DEBIT JOURNALIER CALCULE	30.2	42.5	51.0	61.9	70.2	78.7
DEBIT DE POINTE (2)	**35.1**	**49.5**	**59.3**	**72.0**	**81.7**	**91.5**

(1) TIRE DE L'ANALYSE STATISTIQUE DES MINIMA ET MAXIMA DES DEBITS JOURNALIERS.
(2) DEBIT JOURNALIER CALCULE MULTIPLIE PAR LE RAPPORT RM = 1.16

COURBE DE FREQUENCE REGIONALE PAR TRANSPOSITION
DU DEBIT MOYEN ANNUEL DE CRUE

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155 ZONE = 2

$$RM = \frac{\text{DEBIT INSTANTANE MAXIMAL}}{\text{DEBIT JOURNALIER MAXIMAL}} = 1.16$$

EVALUATION DES DEBITS DE POINTE (METRE CUBE PAR SECONDE)
METHODE PAR COURBE DE FREQUENCE REGIONALE

	RECURRENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
DEBIT MAXIMAL 60 JOURS	9.2	11.2	12.4	13.7	14.6	15.4
DEBIT MAXIMAL 30 JOURS	13.1	16.4	18.4	20.7	22.1	23.5
DEBIT MAXIMAL 7 JOURS	22.3	28.8	32.5	36.8	40.0	43.1
DEBIT MAXIMAL JOURNALIER	34.2	44.2	49.8	56.1	60.4	64.4
DEBIT DE POINTE (1)	**39.8**	**51.4**	**57.9**	**65.3**	**70.3**	**74.9**

(1) DEBIT MAXIMAL JOURNALIER MULTIPLIE PAR LE RAPPORT RM = 1.16

COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES

COURS D'EAU: RIVIERE DES ANGLAIS (PARTIE SUPERIEURE, EN AVAL DU COURS D'EAU BEATTIE).
NUMERO DE DOSSIER :783
SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km carre): A = 155

EVALUATION DES DEBITS DE POINTE (METRE CUBE PAR SECONDE)

COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES

METHODE ET LIMITES D'APPLICATION	RECURRENCE (ANNEE)					
	2	5	10	25	50	100
HYDROGRAMME SYNTHETIQUE 15< A <2010	33.0	44.6	53.0	65.7	71.0	81.5
COMPARAISON B.V. JAUGE .5< RA <2 (1)	35.1	49.5	59.3	72.0	81.7	91.5
FREQUENCE REGIONALE 150< A <56950	39.8	51.4	57.9	65.3	70.3	74.9
MOYENNE DES METHODES	36.0	48.5	56.7	67.6	74.3	82.7

(1) $RA = \dfrac{\text{SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT ETUDIE}}{\text{SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT JAUGE}} = 0.23$

METHODE FUGERE	COEFFICIENT D'EFFICACITE (1.0)	(1.2)	(1.5)
DEBITS (METRE CUBE/S)	BON DRAINAGE 17.5	TRES BON DRAINAGE 21.1	EXCELLENT DRAINAGE 26.3

6 CONCLUSION

Le logiciel sur l'évaluation des débits de pointe pour les grands bassins versants a été bâti à partir des plus récentes études ayant servi à l'élaboration de trois méthodes: hydrogramme unitaire synthétique, comparaison avec un bassin versant jaugé et courbe de fréquence régionale par transposition du débit moyen annuel de crue. L'application de ces méthodes sur un projet concret nous a conduit à des résultats semblables facilitant la prise de décision concernant les débits de pointe pour différentes récurrences. La fiabilité de ces méthodes semble encourageante pourvu que l'on reste à l'intérieur des limites d'application pour chacune de ces méthodes.

La méthode Fugère ne semble pas s'appliquer aux grands bassins versants par suite des résultats obtenus dans notre exemple. Cette méthode apparaît à titre indicatif puisqu'elle a été très utilisée par le passé au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. En conclusion, nous espérons que ce logiciel sera bien reçu par les intervenants en aménagement de cours d'eau. Toutes informations supplémentaires concernant ce logiciel pourront être fournie par le Service du génie du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

BIBLIOGRAPHIE

BALTHAZAR, M., TESSIER, D., ROUSSELLE, J., GIGNAC, C., "Étude hydrologique d'événements Pluie-Ruissellement sur les petits bassins versants au Québec méridional", Cahier no 35 de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences intitulé "La recherche en hydrologie au Québec, 1986.

CHOW, V.T., "Handbook of applied hydrology", Mc Graw-Hill Inc., 1964.

C.P.V.Q., "Aménagement de cours d'eau", Comité spécial de la section hydraulique de la Commission de génie rural du Conseil des productions végétales du Québec, mars 1985, (non publié).

FRENETTE, M., "Hydraulique des cours d'eau. Principes d'hydrologie physique", notes du cours GCI-15201, Université Laval, Sainte-Foy, janvier 1985.

GRAY, D.M., "Manuel des principes d'hydrologie", Conseil national canadien de la décennie hydrologique internationale, Ottawa, 1972.

HOANG, V.D., "Estimation des débits journaliers de crue printanière des rivières du Québec méridional", Direction général des eaux, Ministère de l'Environnement du Québec, Publication H.P.-40, 1977.

LAROCHE, M. et CHAMPAGNE, J., "Les cours d'eau en milieu agricole, design et conception assistés par ordinateur, tome 1: Logiciel sur l'évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants", Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Publication B-630, août 1986.

M.A.P.A.Q., "Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles", Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec, février 1986.

M.A.P.A.Q., "Étude environnementale: Projet de drainage agricole de la rivière Filkars (ou Fourchette)", Direction de protection du territoire agricole, Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, mars 1983.

M.A.P.A.Q., "Notions d'hydrologie appliquées aux cours d'eau", Service de l'hydraulique agricole, Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, mai 1978, (non publié).

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, "Annuaires hydrologiques de 1968 à 1985" Direction des relevés aquatiques, 17 publications de 1968 à 1985.

MONFET, Jean, "Évaluation du coefficient de ruissellement à l'aide de la méthode SCS modifiée", Service de l'hydrométrie, Ministère de l'Environnement du Québec, Publication H.P.-51, âout 1979.

MONFET, Jean, "La construction d'un hydrogramme unitaire synthétique", Service des eaux de surface, Direction générale des inventaires et de la recherche, Ministère de l'Environnement du Québec, Publication H.P.-53, août 1981.

MORIN, G., "Eau de surface", Note du cours 7124, INRS-EAU, Université du Québec, Sainte-Foy, 1985.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation